This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Gift of

Prof. Alfred S. Niles

STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

MÉMOIRES

SUR LA MARINE

ET LES PONTS ET CHAUSSÉES

DE FRANCE ET D'ANGLETERRE.

Cet ouvrage et les autres du même auteur se trouvent aussi :

à	Bayonne,	*chez* Gosse.
	Bordeaux,	Ve. Bergeret.
	Brest,	Le Fournier et Depériers.
	Cherbourg,	Boullanger.
	Havre, (le)	Delhaye-Lonquety; — demoiselle Patry.
	Lille,	Vanakere.
	Lorient,	Lecoat Saint-Haouen.
	Lyon,	Bohaire.
	Nantes,	Forest.
	Rouen,	Frère; — Renaud.
	Rochefort,	Wincop; — Goulard.
	Strasbourg,	Levrault; — Treuttel et Wurtz.
	Saint-Malo,	Rottier.
	Toulon,	Magdelain.
	Londres,	Bossange et Masson; — Treutel et Wurtz.
	Madrid,	Denné.
	Lisbonne,	Rey (Pierre et George.)

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Qui se trouvent chez Bachelier.

Développements de Géométrie avec des applications à la stabilité des vaisseaux, aux déblais et remblais, au défilement, à l'optique, etc., pour faire suite à la géométrie descriptive et à la géométrie analytique de M. Monge, in-4.

Examen des travaux de César au siége d'Alexia, œuvre posthume de Léopold Vaccà Berlinghieri, avec la vie de cet auteur, par Ch. Dupin, in-8.

Essais sur Démosthène et sur son éloquence, contenant la traduction des olynthiaques, avec le texte en regard, et suivis de Considérations sur l'éloquence de l'orateur athénien, in-8.

Lettre à Milady Morgan sur Racine et Shakespeare, in-8, etc. 1818, 2 fr. 50 c.

DE L'IMPRIMERIE DE FAIN, PLACE DE L'ODÉON.

MÉMOIRES

SUR LA MARINE

ET

LES PONTS ET CHAUSSÉES

DE FRANCE ET D'ANGLETERRE,

CONTENANT

Deux Relations de Voyages faits par l'auteur dans les ports d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, dans les années 1816, 1817 et 1818; la description de la jetée de Plymouth, du canal Calédonien, etc.

Par CHARLES DUPIN,

Ancien secrétaire de l'académie Ionienne, associé étranger de l'Institut de Naples, membre des académies des sciences de Turin, Montpellier, etc., correspondant de l'Institut de France, capitaine au corps du génie maritime, et membre de la légion d'honneur.

PARIS,

BACHELIER, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS.

1818.

LG

Gift of

Prof. Alfred S. Niles

STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

A M. DE PRONY,

Ancien Professeur de l'École Polytechnique, Directeur de l'École des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut, Officier de la légion d'honneur et Chevalier de Saint-Michel.

MON CHER PROFESSEUR,

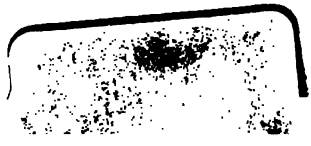
Recevez l'hommage d'une collection dont les éléments vous sont connus, et vous doivent, pour la plupart, l'accueil indulgent qu'ils ont reçu de l'Institut de France.

Pourquoi faut-il que votre modestie m'empêche de me livrer au plaisir si doux de rappeler ce qu'ont fait, pour mes essais et mes recherches, les conseils et les encouragements dictés par votre amitié! Pourquoi faut-il résister au penchant le plus légitime, imposer silence à ma gratitude,

Gift of

Prof. Alfred S. Niles

STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES



Cet ouvrage et les autres du même auteur se trouvent aussi :

à	Bayonne,	*chez* Gosse.
	Bordeaux,	Ve. Bergeret.
	Brest,	Le Fournier et Depériers.
	Cherbourg,	Boullanger.
	Havre, (le)	Delhaye-Lonquety; — demoiselle Patry.
	Lille,	Vanakere.
	Lorient,	Lecoat Saint-Haouen.
	Lyon,	Bohaire.
	Nantes,	Forest.
	Rouen,	Frère; — Renaud.
	Rochefort,	Wincop; — Goulard.
	Strasbourg,	Levrault; — Treuttel et Wurtz.
	Saint-Malo,	Rottier.
	Toulon,	Magdelain.
	Londres,	Bossange et Masson; — Treutel et Wurtz.
	Madrid,	Denné.
	Lisbonne,	Rey (Pierre et George.)

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Qui se trouvent chez Bachelier.

Développements de Géométrie avec des applications à la stabilité des vaisseaux, aux déblais et remblais, au défilement, à l'optique, etc., pour faire suite à la géométrie descriptive et à la géométrie analytique de M. Monge, in-4.

Examen des travaux de César au siége d'Alexia, œuvre posthume de Léopold Vaccà Berlinghieri, avec la vie de cet auteur, par Ch. Dupin, in-8.

Essais sur Démosthène et sur son éloquence, contenant la traduction des olynthiaques, avec le texte en regard, et suivis de Considérations sur l'éloquence de l'orateur athénien, in-8.

Lettre à Milady Morgan sur Racine et Shakespeare, in-8, etc. 1818, 2 fr. 50 c.

DE L'IMPRIMERIE DE FAIN, PLACE DE L'ODÉON.

MÉMOIRES

SUR LA MARINE

ET

LES PONTS ET CHAUSSÉES

DE FRANCE ET D'ANGLETERRE,

CONTENANT

Deux Relations de Voyages faits par l'auteur dans les ports d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, dans les années 1816, 1817 et 1818; la description de la jetée de Plymouth, du canal Calédonien, etc.

Par CHARLES DUPIN,

Ancien secrétaire de l'académie Ionienne, associé étranger de l'Institut de Naples, membre des académies des sciences de Turin, Montpellier, etc., correspondant de l'Institut de France, capitaine au corps du génie maritime, et membre de la légion d'honneur.

PARIS,

BACHELIER, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS.

1818.

LS

Cet ouvrage et les autres du même auteur se trouvent aussi :

à Bayonne,	*chez*	Gosse.
Bordeaux,		Ve. Bergeret.
Brest,		Le Fournier et Depériers.
Cherbourg,		Boullanger.
Havre, (le)		Delhaye-Lonquety; — demoiselle Patry.
Lille,		Vanakere.
Lorient,		Lecoat Saint-Haouen.
Lyon,		Bohaire.
Nantes,		Forest.
Rouen,		Frère; — Renaud.
Rochefort,		Wincop; — Goulard.
Strasbourg,		Levrault; — Treuttel et Wurtz.
Saint-Malo,		Rottier.
Toulon,		Magdelain.
Londres,		Bossange et Masson; — Treutel et Wurtz.
Madrid,		Denné.
Lisbonne,		Rey (Pierre et George.)

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Qui se trouvent chez Bachelier.

Développements de Géométrie avec des applications à la stabilité des vaisseaux, aux déblais et remblais, au défilement, à l'optique, etc., pour faire suite à la géométrie descriptive et à la géométrie analytique de M. Monge, in-4.

Examen des travaux de César au siége d'Alexia, œuvre posthume de Léopold Vaccà Berlinghieri, avec la vie de cet auteur, par Ch. Dupin, in-8.

Essais sur Démosthène et sur son éloquence, contenant la traduction des olynthiaques, avec le texte en regard, et suivis de Considérations sur l'éloquence de l'orateur athénien, in-8.

Lettre à Milady Morgan sur Racine et Shakespeare, in-8, etc. 1818, 2 fr. 50 c.

DE L'IMPRIMERIE DE FAIN, PLACE DE L'ODÉON.

Cet ouvrage et les autres du même auteur se trouvent aussi :

à Bayonne,	*chez*	Gosse.
Bordeaux,		Ve. Bergeret.
Brest,		Le Fournier et Depériers.
Cherbourg,		Boullanger.
Havre, (le)		Delhaye-Lonquety; — demoiselle Patry.
Lille,		Vanakere.
Lorient,		Lecoat Saint-Haouen.
Lyon,		Bohaire.
Nantes,		Forest.
Rouen,		Frère; — Renaud.
Rochefort,		Wincop; — Goulard.
Strasbourg,		Levrault; — Treuttel et Wurtz.
Saint-Malo,		Rottier.
Toulon,		Magdelain.
Londres,		Bossange et Masson; — Treutel et Wurtz.
Madrid,		Denné.
Lisbonne,		Rey (Pierre et George.)

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Qui se trouvent chez Bachelier.

Développements de Géométrie avec des applications à la stabilité des vaisseaux, aux déblais et remblais, au défilement, à l'optique, etc., pour faire suite à la géométrie descriptive et à la géométrie analytique de M. Monge, in-4.

Examen des travaux de César au siége d'Alexia, œuvre posthume de Léopold Vaccà Berlinghieri, avec la vie de cet auteur, par Ch. Dupin, in-8.

Essais sur Démosthène et sur son éloquence, contenant la traduction des olynthiaques, avec le texte en regard, et suivis de Considérations sur l'éloquence de l'orateur athénien, in-8.

Lettre à Milady Morgan sur Racine et Shakespeare, in-8, etc. 1818, 2 fr. 50 c.

DE L'IMPRIMERIE DE FAIN, PLACE DE L'ODÉON.

MÉMOIRES

SUR LA MARINE

ET LES PONTS ET CHAUSSÉES

DE FRANCE ET D'ANGLETERRE.

Cet ouvrage et les autres du même auteur se trouvent aussi :

à	Bayonne,	*chez* Gosse.
	Bordeaux,	Ve. Bergeret.
	Brest,	Le Fournier et Depériers.
	Cherbourg,	Boullanger.
	Havre, (le)	Delhaye-Lonquety; — demoiselle Patry.
	Lille,	Vanakere.
	Lorient,	Lecoat Saint-Haouen.
	Lyon,	Bohaire.
	Nantes,	Forest.
	Rouen,	Frère; — Renaud.
	Rochefort,	Wincop; — Goulard.
	Strasbourg,	Levrault; — Treuttel et Wurtz.
	Saint-Malo,	Rottier.
	Toulon,	Magdelain.
	Londres,	Bossange et Masson; — Treutel et Wurtz.
	Madrid,	Denné.
	Lisbonne,	Rey (Pierre et George.)

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Qui se trouvent chez Bachelier.

Développements de Géométrie avec des applications à la stabilité des vaisseaux, aux déblais et remblais, au défilement, à l'optique, etc., pour faire suite à la géométrie descriptive et à la géométrie analytique de M. Monge, in-4.

Examen des travaux de César au siége d'Alexia, œuvre posthume de Léopold Vaccà Berlinghieri, avec la vie de cet auteur, par Ch. Dupin, in-8.

Essais sur Démosthène et sur son éloquence, contenant la traduction des olynthiaques, avec le texte en regard, et suivis de Considérations sur l'éloquence de l'orateur athénien, in-8.

Lettre à Milady Morgan sur Racine et Shakespeare, in-8, etc. 1818, 2 fr. 50 c.

DE L'IMPRIMERIE DE FAIN, PLACE DE L'ODÉON.

MÉMOIRES

SUR LA MARINE

ET

LES PONTS ET CHAUSSÉES

DE FRANCE ET D'ANGLETERRE,

CONTENANT

Deux Relations de Voyages faits par l'auteur dans les ports d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, dans les années 1816, 1817 et 1818; la description de la jetée de Plymouth, du canal Calédonien, etc.

Par CHARLES DUPIN,

Ancien secrétaire de l'académie Ionienne, associé étranger de l'Institut de Naples, membre des académies des sciences de Turin, Montpellier, etc., correspondant de l'Institut de France, capitaine au corps du génie maritime, et membre de la légion d'honneur.

PARIS,

BACHELIER, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS.

1818.

LG

TC 57
DA

A M. DE PRONY,

Ancien Professeur de l'École Polytechnique, Directeur de l'École des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut, Officier de la légion d'honneur et Chevalier de Saint-Michel.

MON CHER PROFESSEUR,

Recevez l'hommage d'une collection dont les éléments vous sont connus, et vous doivent, pour la plupart, l'accueil indulgent qu'ils ont reçu de l'Institut de France.

Pourquoi faut-il que votre modestie m'empêche de me livrer au plaisir si doux de rappeler ce qu'ont fait, pour mes essais et mes recherches, les conseils et les encouragements dictés par votre amitié! Pourquoi faut-il résister au penchant le plus légitime, imposer silence à ma gratitude,

et jeter ici sur l'éloge de vos qualités, de vos talents et de vos œuvres, un voile que le public soulèvera malgré vous? Ne quittons du moins un tel sujet que pour parler de ce qui vous est le plus cher, l'illustration et la prospérité de notre patrie.

Les peuples mêmes, dont l'égoïsme national voudrait posséder, sans partage, touts les moyens de bonheur et touts les genres de renommée, sont pourtant réduits à reconnaître que l'invention et le perfectionnement des théories les plus sublimes, sont aujourd'hui l'un des plus beaux titres dont s'honore le génie de la France. Mais, en nous laissant à regret cette gloire incontestable, ils s'en approprient les bienfaits. Ils importent dans leurs contrées les conséquences de nos découvertes fécondes. Les arts utiles, les connaissances élémentaires et fructueuses, tous les véhicules de la fortune publique, agissant de concert en sa faveur, la font avancer à pas de géant chez nos heureux rivaux. Tandis que, chez nous, le bien toujours naissant paraît traîner une éternelle enfance à travers les obstacles des institutions, des hommes et des choses.

Si, moins épris de la seule gloire d'être un pur et profond théoricien, chacun de nos savants voulait, à votre exemple, descendre parfois de la hauteur où ses méditations l'élèvent; ne pas dé-

daigner les applications, les encourager en les honorant, les estimer plutôt par le bien qu'elles produisent que par la difficulté, la nouveauté, l'originalité de leur conception ; enfin les protéger hautement contre l'erreur, contre les préjugés populaires et les préventions des classes élevées ; bientôt, j'ose le dire, nous aurions l'honneur d'être au premier rang parmi les nations où le savoir et l'industrie sont la source intarissable de la richesse, de la force et de la grandeur.

Puissiez-vous, dans le recueil que je fais paraître sous vos auspices, voir pratiqués, selon mes faibles moyens, des préceptes bien simples, et dictés à tous les hommes par la voix d'une raison qui, pour être vulgaire, n'en est pas moins salutaire. J'ai tâché de rendre intelligibles et facilement abordables des idées, des principes et des faits qu'on revêt trop souvent d'un langage symbolique, connu seulement d'un petit nombre d'adeptes. Je n'ai point l'orgueil de solliciter l'admiration à force de profondeur. Je désire, pour tout honneur, être compris. Ma plus belle récompense serait de voir quelques-unes des vues que je jette en avant, se répandre sans effort, germer dans les têtes pensantes, prendre racine et force dans l'opinion, afin d'amener quelque jour des résultats utiles aux arts que vous et moi cultivons.

Le bon ou le mauvais succès de l'épreuve que je tente aujourd'hui, m'apprendra si je ne me suis pas égaré dans la carrière peu frayée où j'essaie de faire quelques pas. Mais, quel que soit le résultat de cette épreuve, j'ose espérer que le motif de l'entreprise trouvera grâce aux yeux des hommes qui, comme vous, sont les amis du bien public.

Dunkerque. Juin, 1818.

INTRODUCTION.

La collection maintenant offerte au public se compose de quelques écrits déjà connus et de plusieurs Mémoires inédits encore. Chacun d'eux est dirigé vers un objet spécial; quelques-uns, même, semblent traiter des matières très-différentes. Cependant ils tendent touts vers un seul et même but : le perfectionnement de l'art dans les travaux publics.

Parmi les moyens d'amélioration que nous présentons, et quant aux institutions, et quant aux opérations, soit méchaniques, soit géométriques, un très-petit nombre appartient à l'auteur. Tout le reste lui est étranger. A ses yeux, le plus bel éloge qu'on pût faire de son ouvrage, serait qu'on le jugeât d'un défenseur encore plus ardent des découvertes d'autrui, que de ses propres tentatives.

Je voudrais que cet ouvrage gravât profondément dans l'esprit des lecteurs une pensée dont nous adoptons parfois le principe en général, mais dont nous sommes prêts à repousser la conséquence dans chaque application particulière : c'est que nous n'avons pas encore atteint, en toutes choses pratiques, le degré de la perfection; c'est que nous ne l'avons atteint nulle part; c'est que nous ne l'atteindrons jamais.

Mais les efforts des générations successives pourront nous en approcher de plus en plus. Nous remplirons des lacunes qui séparent encore certaines routes des connaissances humaines, certaines branches de notre industrie. Nous pourrons reculer des limites qu'on croyait pour jamais posées, et qui resteraient en effet dans leur éternelle immobilité, si nous avions la folie présomptueuse de croire l'ouvrage de nos mains immuable, comme l'œuvre de la Divinité.

Dans les deux premiers Mémoires, j'offre un aperçu très-rapide des principaux perfectionnements qu'offrent les travaux publics

d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande. Le quart d'un siècle a suffi pour changer la face de touts les arts qui concourent à ces travaux.

M. l'inspecteur général du génie maritime, ami des innovations fondées sur le raisonnement et justifiées par l'expérience, aurait désiré que je fisse exécuter dans un grand port les principaux perfectionnements introduits par les Anglais dans l'architecture navale militaire, indiqués dans ces deux Mémoires, et développés dans mes descriptions. C'eût été payer d'un trop beau prix mes recherches et mes travaux. Mais il faut confier des opérations inusitées et importantes, à des officiers dont le grade soit assez élevé pour triompher des difficultés contre lesquelles échoueront toujours, plus ou moins, des hommes que la date de leur brevet confine dans les rangs inférieurs de leur arme. C'est une expérience que j'ai faite à mes dépends, et aux dépends de la chose, en dirigeant l'établissement du Musée maritime dans l'arsenal de Toulon.

Pour donner une idée plus étendue et plus précise du progrès des arts en Angle-

terre, je décris dans deux Mémoires spéciaux les opérations qui m'ont paru les plus remarquables, dans la construction de la jetée de Plymouth, et dans l'exécution de ce canal Calédonien par lequel des navires de six cents tonneaux et des frégates pourront passer de la mer Germanique à l'Océan Atlantique. Dans ces deux entreprises, faites aux deux extrémités de la Grande-Bretagne, on a vaincu par des moyens, tantôt hardis, tantôt ingénieux, tantôt économiques, les nombreuses difficultés que présentaient les localités et la grandeur de l'échelle d'après laquelle on opérait.

Par le jugement qui sera porté de ces deux Mémoires, je verrai si la manière dont je me propose de décrire les travaux publics de touts les ports de la Grande-Bretagne, est convenable ou ne l'est pas. Une utile critique m'apprendra quels sont les défauts que je dois éviter; quels sont les détails sur lesquels je m'appuie trop, et les points importants sur lesquels au contraire je ne m'étends pas assez.

Je dois seulement faire observer au lec-

teur, qu'ici mes descriptions n'étant aidées par la vue d'aucun plan, doivent être moins lucides qu'elles ne le seront dans l'ouvrage complet que je publierai sur les travaux des ports d'Angleterre.

Venons maintenant aux écrits qui se rapportent uniquement à la marine française. Le projet d'un monument rostral à élever en l'honneur de Louis XIV dans l'arsenal de Toulon, la description des sculptures navales du Pujet conservées dans le Musée maritime de cet arsenal, avec les rapports de l'Institut à ce sujet, quoique n'étant pas étrangers à la marine, se rapprochent beaucoup plus des beaux-arts que des travaux militaires.

En décrivant des objets précieux par leur conception et par leur exécution, des monuments qui se rattachent à des époques glorieuses, nous satisfaisons à notre amour pour tout ce qui tend à perpétuer les souvenirs de notre grandeur nationale. Mais on jugerait bien mal nos intentions, si l'on pouvait croire que notre but est de propager le goût trop répandu déjà des vains

ornements dans l'architecture navale militaire; dans une architecture dont les édifices, élevés pour lancer la destruction au dehors et pour la braver au dedans, n'ont à nos yeux d'autres beautés que celles qui manifestent leur force offensive et défensive.

La partie du Musée maritime la moins brillante, mais la plus utile et la plus réellement intéressante, c'est la collection des machines, des outils et des produits des arts d'un grand arsenal.

Il semble que l'institution d'un Musée maritime dans chacun de nos ports, suivant le plan de celui de Toulon, servirait à la fois et l'histoire de l'art et ses progrès à venir. Au lieu de nous contenter de ces ramassis incohérents et sans système qui composent les salles de modèles de nos arsenaux maritimes, il suffirait de tendre avec méthode, avec persévérance, à compléter nos collections de ce genre, sur une base plus ou moins vaste, mais proportionnée dans toutes ses parties.

Ces souhaits, formés depuis long-temps, ne l'ont pas été sans être exaucés. Depuis

l'établissement du Musée de Toulon, grâce aux soins éclairés d'un de nos plus ingénieux officiers du génie maritime, M. Hubert, on a commencé, dans l'arsenal de Rochefort, une collection qui deviendra de plus en plus intéressante par les modèles des machines inventées ou perfectionnées par cet ingénieur.

Moins heureux dans nos souhaits pour le rétablissement de l'Académie de marine, nous sommes encore à la voir renaître. Les efforts infructueux de quelques amis des lumières n'ont servi qu'à rappeler par moments l'attention sur l'heureux résultat qu'une telle société, bien instituée, aurait pour la marine française.

Des circonstances désastreuses, des organisations sans cesse renaissantes pour la dernière fois, peu d'argent disponible pour des institutions qui semblent être le luxe de l'art, quoiqu'elles en soient un des plus utiles et des plus puissants leviers; toutes ces causes ont empêché jusqu'ici le rétablissement de l'Académie.

Mais, dans l'esprit du public, les avan-

tages que cette institution peut produire sont maintenant reconnus avec certitude. Sans doute, il est des entraves qui naissent de la nature des choses et des temps ; mais on peut dénouer ces entraves ou du moins échapper à leurs difficultés, par de sages dispositions, et par le développement successif d'un plan trop vaste, peut-être, pour qu'on le réalise d'un premier jet.....

Loin de désespérer de ce qu'après quatre ans de tentatives et d'efforts, on n'a pas encore obtenu la restauration d'un établissement éminemment utile, j'oserai dire, en me joignant à touts les hommes qui ont sollicité cette restauration : « Reproduisons » avec constance et nos vœux et nos moyens » pour arriver à ce but. Fions-nous à l'a- » mour de tout ce qui est utile, dont le mi- » nistère est nécessairement animé, parce » qu'aucun ministère ne peut être ennemi » de lui-même. Invoquons de nouveau l'ap- » pui des esprits fertiles qui savent aplanir » les obstacles au-devant du bien et de la » vérité. Si nous sommes dans l'erreur, ap- » pelons avec bonne foi la réfutation. Mais,

» si l'espoir d'un bien idéal ne nous égare » pas, osons espérer le suffrage des hom- » mes impartiaux et bienveillants, dont » l'expérience éclaire le ministère, et dont » la voix est révérée dans les conseils. »

Pour donner à notre collection un intérêt plus grand que celui qui peut naître de nos propres écrits, nous l'avons enrichie d'un rapport qui lui-même est un Mémoire aussi instructif qu'étendu sur notre description des machines établies par M. Hubert dans l'arsenal de Rochefort, et la plupart, ainsi que nous l'avons déjà dit, inventées par lui.

Les voyages que nous avons faits dans les trois royaumes de la Grande-Bretagne avaient pour objet principal de perfectionner un ouvrage entrepris depuis 1813, et poursuivi à travers touts les obstacles d'une vie agitée et d'une époque désastreuse. La première partie du *Tableau de l'architecture navale aux dix-huitième et dix-neuvième siècles* a été examinée à Toulon, par une Commission composée d'officiers de touts les corps de la marine. Cette Com-

mission s'est acquittée de sa tâche pénible avec un zèle moins flatteur encore pour l'auteur, qu'il n'est honorable pour elle; ses membres se sont partagé les sections de l'ouvrage, chacun choisissant la partie qui lui était propre. Après un mûr examen, ils m'ont fait connaître les imperfections de mon ouvrage, et ce qui leur semblait y manquer encore pour le rendre complet, généralement utile, et partout facilement intelligible. Ainsi l'expérience de plusieurs hommes habiles a suppléé, dans beaucoup d'endroits, à celle que je n'avais pas encore acquise.

La Commission, dans son rapport, s'est ouvertement prononcée sur l'utilité dont serait, pour mon ouvrage, que je visitasse les principaux ports de France et des grandes puissances maritimes. Je ne doute nullement que ce soit à ce suffrage que j'aie dû d'obtenir la permission de quitter mon service, pour voyager, à deux reprises différentes, dans la Grande-Bretagne.

L'institut de France a, plus tard, examiné mon ouvrage, amélioré d'après les

conseils de la Commission de Toulon, l'a déclaré digne de son approbation, et de faire partie de la collection célèbre commencée par les Duhamel et les Réaumur.

Lorsque j'étais à Corcyre, j'ai fait, dans l'arsenal de la marine, des expériences très-nombreuses sur la force des bois. L'institut, tout en leur accordant son suffrage (en 1813), a laissé cependant quelques doutes sur la trop faible dimension des pièces que j'avais employées. Mes expériences subséquentes, faites beaucoup plus en grand, à Toulon et à Dunkerque, ont justifié mes démonstrations et mes conséquences primitives. On a depuis fait sur ce sujet, en Angleterre, des expériences fort intéressantes, et leurs résultats se sont trouvés d'accord avec les miens (1).

---

(1) Voici ce que dit à ce sujet M. le professeur Barlow, l'auteur des expériences dont je parle :

A more recent course of experiments conducted with great accuracy and ability, by M. le chevalier Dupin, has been published in the tenth volume of the « *Journal de l'école Polytechnique* », relating principally to the deflection of timber under various circumstances, and to which several references will be found in the following pages.

Il me reste à parler de quelques recherches fondées sur la connaissance de la géométrie descriptive.

Je n'ai que peu de choses à dire sur les applications que j'ai faites de la géométrie au tracé des routes, à la théorie des déblais et remblais; et, par suite, aux routes suivies par les rayons de lumière dans les phénomènes de la réflexion. Les résultats auxquels je parviens peuvent, dans beaucoup de cas, servir de règles générales ap-

---

..... And it was not till after these were completed, that I was favoured with M. Dupin's Memoir by Dr. Gregory, who had then recently received it from Paris, and in the perusal of which I felt great satisfaction, by finding my results verified by those of the above gentleman, *pp. vj and vij.* ..... I have had since the honour of several personnal interviews with M. Dupin, who was present while I performed some experiments, and who has himself continued to pursue the subject with great attention and ability. Our views have, in many cases, been precisely of the same nature, and I therefore look anxiously for the publication of his new experiments: but they will probably not appear before this volume has passed through the press. A more minute account of M. Dupin's results will be found in part. III Barlow's on strength and stress of timber. London, 1817.

plicables à la pratique. Mais cette application laissera toujours un vaste champ à l'intelligence et à l'expérience des ingénieurs.

Sans doute les recherches dont il est question demandent, pour être démontrées, une étude assez approfondie de la science de l'étendue. Mais on peut présenter les résultats d'une pareille théorie de manière à les rendre sensibles, même aux hommes qui n'ont pas ou qui n'ont plus une connaissance aussi complète de la géométrie transcendante.

C'est ce qui devra paraître évident à la lecture du rapport de M. Poisson sur les principes que j'ai préliminairement établis, et du rapport de M. Carnot sur l'application de ces principes à la stabilité des corps flottants.

Après sa défense héroïque d'Anvers, Carnot reprit aussitôt les travaux scientifiques qu'il avait interrompus, comme Archimède au siége de Syracuse, pour défendre la patrie quand chacun désespérait de la voir sauvée. Le rapport dont nous parlons fut la première de ses paisibles occupations. C'était un

bonheur pour Carnot que d'ouvrir et faciliter la carrière de la science à ceux qui s'efforçaient d'y former leurs premiers pas; et son généreux suffrage ne se mesurait jamais sur l'échelle de la protection, de la bassesse et de la servilité. Ah! si plus d'une fois, cédant aux plus doux sentiments d'affection et de gratitude, j'ai cru devoir le tribut de mes éloges à ce grand homme, lorsqu'au sein de sa famille, et dans le temple des Muses, il vivait heureux, admiré, respecté par ses concitoyens; aujourd'hui que je dois de nouveau parler des paisibles bienfaits de la science, étrangère aux sévérités politiques, aujourd'hui qu'un illustre ami est exilé, proscrit, qu'il habite une terre de réclusion et de servage, pourrais-je sans lâcheté lui refuser le tribut d'un innocent souvenir et d'une faible louange?

MÉMOIRES

SUR LA MARINE

ET LES PONTS ET CHAUSSÉES

DE FRANCE ET D'ANGLETERRE.

RELATION SUCCINCTE

D'UN PREMIER VOYAGE

FAIT, EN 1816,

DANS LES PORTS D'ANGLETERRE,

PRÉSENTÉE

A l'Académie des Sciences de l'Institut de France, le lundi 26 janvier 1818 (1).

Quæ ipse vidi.

MESSIEURS,

Lorsque vous avez accordé votre approbation aux deux premiers volumes de mon *Tableau de l'architecture navale*, je n'ai pas regardé cette

(1) Quand cette relation et celle de mon second voyage ont été communiquées à l'Institut, elles étaient dépouillées

noble guirlande suspendue aux premières assises de mon ouvrage, comme un trophée qui dût seul en faire la beauté. J'ai pensé que, pour répondre dignement à l'honneur de votre suffrage, il fallait redoubler d'efforts, afin d'amasser des matériaux précieux pour en exhausser l'humble monument élevé sous vos auspices.

Après avoir épuisé ce que la France maritime m'offrait de plus utile et de plus ingénieux, j'ai tourné mes regards vers un peuple qui depuis plus d'un siècle tient le sceptre des mers, et qui, sans jamais se reposer sur la supériorité de ses travaux, s'efforce de plus en plus d'approcher vers la perfection.

Si quelque succès a couronné mes tentatives, c'est encore dans cette enceinte que doit me rappeler ma gratitude. Si les savants et les ingénieurs les plus illustres de la Grande-Bretagne ont daigné m'accueillir avec quelque bienveillance; s'ils ont secondé mes efforts par leurs conseils,

---

des considérations morales et politiques qui en font partie essentielle dans le système de mes observations, parce que ce corps savant ne considère comme de son ressort que ce qui se rapporte directement au progrès des sciences et des arts. Mais, en publiant mes deux relations, je crois devoir présenter à côté des descriptions techniques, les idées et les réflexions qui tendent à bien faire connaître l'esprit, la cause et l'effet des institutions qui ont été l'objet de mes études.

par les tributs de leur expérience, par la communication de leurs travaux, de leurs recherches et de leurs découvertes, je ne le dois qu'aux dignes recommandations de leurs pairs qui siégent parmi vous. Les noms des Berthollet, des Humboldt, des Lacépède et des Prony m'ont ouvert le cabinet du philosophe et l'atelier de l'artiste. Mes premiers succès ont encouragé mon zèle et doublé mon activité. Les hommes célèbres auxquels j'étais adressé m'ont à leur tour attiré la bienveillance et les communications de leurs amis. Ainsi de proche en proche, avec du temps et de la persévérance, je suis arrivé au but où je tendais. J'ai vu et j'ai revu tout ce qui, par son importance et son utilité, méritait un examen attentif et de mûres réflexions.

Dans mon premier voyage, j'ai visité les établissements de Londres qui ont un rapport direct ou indirect avec la marine, tous les grands ports militaires, et les deux ports de commerce les plus importants après la capitale : je veux dire Bristol et Liverpool.

Londres s'est offert à mes observations sous trois points de vue différents. D'abord comme le plus grand port marchand de l'Angleterre ; puis comme un foyer d'industrie pour les arts maritimes : enfin comme le centre des opérations de la marine militaire. Jetons un coup d'œil ra-

pide sur la capitale de l'empire britannique, considérée sous ces divers aspects.

Londres jouit naturellement d'un avantage dont Paris devrait jouir depuis long-temps par les bienfaits de l'art. C'est celui d'être un port maritime. Les navires remontent à pleines voiles sur la Tamise, et viennent mouiller jusqu'au pied des arches du pont de Londres (London-bridge). A partir de cet endroit, en descendant vers la mer, on voit de chaque côté du fleuve, cinq, six, sept et jusqu'à huit batiments rangés de front; et ces lignes se succèdent presque sans aucune interruption, dans une immense longueur.

Cependant ce n'est là qu'une partie de la marine marchande de la capitale. Tous les vaisseaux qui font le commerce des Grandes-Indes ont leurs *docks* ou bassins particuliers, un premier pour les importations, un second pour les exportations; tous les vaisseaux qui font le commerce de l'Amérique ont également les leurs; les navires de toutes les nations sont indistinctement reçus dans les docks de Londres (proprement dits London-docks), et le dock du Groënland réservé d'abord aux bâtiments qui vont pêcher sur la côte de ce nom, accru par des travaux subséquents, a reçu depuis une destination plus étendue.

Il n'y a pas vingt-ans encore, et ce dernier dock, le moins grand de tous, était le seul exis-

tant. La guerre est survenue ; nous avons couvert le continent de nos trophées. Partout, dans l'Europe appauvrie, le commerce de l'Angleterre a semblé reculer devant nos drapeaux victorieux. Nous avons cru que la Grande-Bretagne épuisée était sur le penchant de sa ruine. Mais, pendant qu'on obscurcissait notre vue par la fumée d'un noble encens de gloire, une opulence inespérée inondait de ses trésors l'empire britannique ; les fleuves n'étaient plus assez larges pour tenir tous les navires, et moins d'années suffisaient à quelques particuliers pour creuser et bâtir à leurs frais les docks qui reçoivent les flottes marchandes des deux hémisphères, qu'il n'en fallait au gouvernement triomphateur pour bâtir quelques-uns des quais de la Seine. Voilà les prodiges de la mer!

Cette grande leçon nous fera peut-être quelque jour comprendre les vraies sources de la puissance et de la prospérité nationales. Mais ici, je ne dois vous parler que des chefs-d'œuvre des arts, et non de leurs résultats dans la lutte terrible qu'ils ont fait naître, qu'ils ont prolongée et décidée à la fin.

La structure et la construction des docks ou bassins flottants diffère essentiellement des travaux du même genre exécutés en France. Au lieu d'être, comme les nôtres, bordés de quais formés par des murs à faces planes, inclinées ou verti-

cales, avec des pierres posées par assises horizontales, ces murs sont concaves à l'extérieur, c'est-à-dire du côté des eaux, et convexes du côté des terres; les assises ont leurs plans de joint perpendiculaires à ces surfaces. Les pilotis sont de même inclinés et plantés perpendiculairement à la face inférieure de l'assise la plus basse.

L'entrée des écluses est bâtie suivant un système analogue et non moins avantageux.

Enfin les ventaux ou portes d'écluse, au lieu d'être formés par deux massifs plans et busqués en coin, sont formés par deux cylindres verticaux, dont la convexité forme voûte pour résister à la poussée de l'eau.

Je démontre géométriquement, sous les rapports de l'économie et de la solidité, l'avantage de ces formes curvilignes sur nos formes rectilignes.

Les travaux des constructions hydrauliques, en Angleterre, sont distingués par un emploi constant de la machine à vapeur pour les épuisements, et pour toutes les manœuvres qui demandent d'exercer de grands et longs efforts dans un même espace.

Le déblai des terres, le transport des pierres, du sable, de la chaux, tout est fait par de petits chariots à quatre roulettes, traînés par un seul cheval sur des routes en fer. Ces routes sont composées d'éléments qu'on place et qu'on déplace

avec la plus grande facilité : l'avantage qu'elles présentent est immense. L'Angleterre leur doit une partie de sa richesse. Jamais sans elles le charbon, les minerais, les matières premières de tout genre n'auraient pu être transportés à de grande distances, et néanmoins avec une dépense presque nulle.

Les excavations sous l'eau, quand le fond est vaseux ou sablonneux, sont faites par des chapelets établis sur des bateaux et mis en mouvement par la machine à vapeur.

Je citerai comme un modèle de curage d'entretien, celui des docks des Indes occidentales.

Un bateau à curer portant la machine à vapeur qui en fait aller le chapelet à godets, est conduit dans toutes les parties du dock où il est nécessaire d'opérer. Les maries-salopes (1), à mesure qu'elles sont chargées de vase par le chapelet du bateau, viennent se placer au-dessous d'un nouveau chapelet mû sur le bord du dock, par une machine à vapeur fixement établie sur le rivage. La vase est de la sorte élevée et déchargée dans un coursier fixe qui traverse le mur d'enceinte de l'établissement, et qui répand, comme un torrent, cette

(1) On nomme ainsi des bateaux destinés à recevoir et transporter la vase excavée ; cette vase est reçue dans un espace qui a la forme d'nn tronc de pyramide, et qui est au milieu du bâtiment.

vase dans un terrain vague de la presque île des docks. Ce système de curage est, comme on voit, très-simple, parfaitement entendu et d'une grande économie.

Au moyen d'un bateau portant un chapelet mû par l'action de la vapeur, non-seulement on a creusé, curé des bassins, mais on a rendu navigable des rivières qui ne l'étaient pas; et l'on a fait disparaître des barrages qui obstruaient en certains endroits le cours des fleuves les plus importants.

Une autre machine non moins remarquable, employée dans tous les grands travaux hydrauliques, c'est la cloche à plongeur. Elle a la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire, dont la grande base est ouverte et tournée vers le bas. Dans l'intérieur de ce tronc de pyramide, deux hommes, assis chacun sur un banc, peuvent se lever et travailler à leur aise. Dix verres lenticulaires incrustés dans la base supérieure de la cloche, réunissent et réfractent assez de lumière pour éclairer à une grande profondeur sous l'eau.

Une machine pneumatique qui ressemble aux pompes à incendie, sert, au moyen d'un long tuyau de cuir, à porter incessamment de l'air nouveau sous la cloche.

Tantôt cette cloche est suspendue, par un moufle, à un treuil mobile sur deux systèmes de

barres dentées qui, par leurs directions et leurs fonctions, représentent des axes coordonnés rectangulaires. Par le moyen de ces axes, on place le centre de la cloche sur telle verticale qu'on désire; puis on la monte, on la descend à volonté par le secours du moufle et du treuil. C'est comme on voit de la géométrie à trois dimensions, appliquée aux travaux des arts.

L'appareil dont nous parlons est employé pour bâtir la partie des murs de quai qui se trouve sous l'eau, sans avoir besoin de recourir aux dispendieuses méthodes d'asséchement par batardeaux.

Tantôt la cloche est suspendue à la poupe d'un bâtiment qui la transporte où l'on veut. Cet appareil particulier est employé pour enlever, dans les rivières, les rades, les ports et les bassins, tous les objets volumineux tombés dans l'eau; des ancres, des canons, des débris de vaisseaux naufragés, etc.

On emploie encore cet appareil pour faire sauter par la mine des rochers cachés sous l'eau, et dangereux pour la navigation.

Je n'étendrai pas plus loin cette énumération des moyens employés par les Anglais dans leurs travaux hydrauliques. Le développement de ces moyens, de leurs avantages et de leurs inconvéniens, est exposé avec détails dans le volume

manuscrit que j'ai l'honneur de présenter maintenant à la classe, et qui contient la description des ports que j'ai visités dans mon premier voyage.

Si nous considérons actuellement les matériaux employés par les Anglais dans leurs travaux, nous remarquerons un immense changement opéré depuis quelques années.

Les bassins et les formes de construction bâtis anciennement étaient revêtus par un simple système de charpente. On pensait avec raison qu'en consacrant un moindre capital à ces travaux, on regagnait avec usure la dépense d'entretien et de renouvellement de ces bâtisses peu durables. Mais quand les opérations maritimes ont pris une excessive activité, on s'est aperçu que leur interruption fréquente, produite par les réparations et les reconstructions, causait une perte qui pouvait compenser l'économie de quelques capitaux. D'après ce principe, on a peu à peu substitué au bois, la brique et le moellon dans les chantiers du commerce, la pierre de taille, le marbre et le granit dans les ports de l'état.

Ce changement est visible sur les bords de la Tamise, où les chantiers les plus anciens offrent encore des bassins et des formes revêtus en charpente, tandis que les établissements plus modernes présentent des quais et des revêtements en maçonnerie.

Il n'y a plus le long de la Tamise que très-peu de ces formes de construction, formées par la carène d'un vieux bâtiment, enterrée dans le sol du rivage, et coupée à son extrémité voisine du fleuve, pour y placer une porte busquée.

Un autre changement non moins remarquable s'est opéré dans les édifices en charpente bâtis sur la terre. Partout où l'on pouvait craindre les accidens du feu, l'on a remplacé le bois par le fer.

Un des plus beaux travaux de ce genre est un hangar construit par M. Rennie, le long du grand dock des Indes occidentales. Ce hangard a plus de huit cents mètres de longueur : il est soutenu par des colonnes creuses, en fer; les poutres, les fermes, les chevrons et les lattes, tout est en fer. Les parties qui n'ont que des pressions à soutenir sont en fer coulé. Les parties qui doivent spécialement résister à des tensions sont en fer battu. Les éléments longitudinaux de ce système sont combinés de manière que ses diverses parties peuvent ou s'allonger ou se raccourcir sans altérer la longueur totale du hangar. Si l'on n'avait pas pris cette précaution, on conçoit que la moindre variation de température aurait, sur huit cents mètres de longueur, complétement déjeté les colonnes extrêmes, et produit très-promptement la destruction de l'édifice.

Dans le cours de ce mémoire j'aurai plus d'une

fois l'occasion de vous citer d'autres emplois ingénieux et nouveaux du fer battu et coulé.

Les grands bassins de Londres sont environnés de caves, de magasins et de hangars d'une immense étendue ; souvent les quais sont garnis de routes en fer ; ils sont bordés de grues pareillement en fer, et qui présentent une grande variété dans leur grandeur, leur figure et leur mécanisme.

Auprès des docks des Indes orientales est établi le plus grand des chantiers du commerce qu'on trouve le long de la Tamise. J'y ai vu lancer un vaisseau de la compagnie des Indes, du port de treize cents tonneaux : ce vaisseau présentait l'exemple de beaucoup de perfectionnements : il y avait trois autres bâtiments de même grandeur sur les chantiers.

Londres, considérée comme un foyer d'industrie pour les arts maritimes, offre une foule d'établissements importants. La Société Royale de Londres, la Société pour l'encouragement des arts, le Muséum britannique et l'Institution royale, sont les sources principales où l'on peut recueillir des matériaux pour la partie théorique. Il y a près de trente ans, une société s'étoit formée pour le perfectionnement de l'architecture navale ; elle a fait dans le dock du Groënland, sur la résistance éprouvée par les

corps mûs dans l'eau, des expériences très-importantes. Cette société, abandonnée du gouvernement, et peut-être même contrariée sous main par des hommes puissants, s'est dissoute après dix ans de travaux recommandables.

Quant à la partie pratique des arts maritimes, je vais noter quelques-uns des principaux établissements que j'ai visités.

L'atelier de Maudslay, dans le faubourg de Southwark, est un des plus intéressants pour le travail des métaux. On peut voir dans le conservatoire des arts et métiers, à Paris, une des petites machines à vapeur construites dans cet atelier. C'est dans le même lieu qu'ont été exécutées les machines de M. Brunel, dont nous parlerons à plusieurs reprises. C'est encore là qu'on a fait pour la marine anglaise, sept milles caisses en fer de la contenance d'environ deux mètres cubes d'eau chacune. L'introduction de ces caisses à bord des vaisseaux, est une amélioration incalculable pour l'arrimage du matériel et pour la santé des équipages.

C'est dans un autre faubourg de Londres que MM. Huddart et Brown ont établi l'un sa manufacture de cordages, l'autre sa fabrique de câbles de fer.

Les cordages de Huddart, tordus et commis par l'action de la vapeur, sont faits sur le principe

de l'égale tension de tous les fils, ce qui leur donne une force beaucoup plus grande qu'en suivant la méthode de torsion ordinaire.

Les câbles du capitaine Brown sont de deux sortes : les uns à chaînes plates, les autres à chaînes demi-tordues. Les premiers semblent plus propres à résister dans le sens de leur longueur, mais les derniers semblent plus facilement maniables. Ainsi les uns seront préférés pour tenir les corps-morts dans les mouillages ; et les autres pour être embarqués sur les vaisseaux.

Le capitaine Brown a pris une patente pour la fabrication de ponts en fer qui sont d'une extrême légèreté et d'une grande économie.

Le plus grand avantage de son système, c'est que, dans le cas où quelques parties du pont viendraient à dépérir soit par vétusté, soit par accident, on peut, au moyen d'un appareil fort simple, démonter et renouveler successivement autant d'éléments du pont qu'on peut le désirer, sans être obligé pour cela d'élever de grands échafauds. On peut ainsi refaire le pont en entier, en le renouvelant pièce à pièce, avec fort peu de frais.

Les arts qui emploient le fer et le chanvre ont fait un grand pas vers la perfection, par l'émulation qui s'est établie entre les inventeurs des nouveaux procédés et les conservateurs des an-

ciennes routines. Les premiers, pour prouver la supériorité des moyens qu'ils tentaient d'introduire, ont été forcés de faire en grand des expériences comparatives sur la force des matières brutes et des matières œuvrées. Il en est résulté une foule de connaissances positives d'un grand intérêt pour les progrès ultérieurs de l'industrie.

C'est encore auprès de Londres que M. Brunel a bâti son atelier de scies circulaires. Ces scies servent à débiter en feuillets de deux à trois millimètres d'épaisseur, d'énormes pièces d'acajou. Le travail est fait avec tant de perfection, que les ébénistes n'ont, pour ainsi dire, pas besoin de raboter les feuillets qui sortent de la scierie; ils n'ont qu'à les frotter pour en faire disparaître les aspérités, et ils sont alors parfaitement plans. Je décris avec soin la structure et le jeu de ces scies dont la plus grande a près de six mètres de diamètre.

Je sortirais des limites nécessaires de ce mémoire analytique, si je voulais ici donner l'idée de tous les objets fabriqués et débités à Londres, soit pour la marine marchande, soit pour la marine de l'état.

Hâtons-nous de considérer Londres comme le centre des opérations de la marine militaire.

Du palais de l'amirauté, situé dans le centre

des principaux ministères, des courriers peuvent se rendre en une demi-heure à l'arsenal de Deptford, en une heure à celui de Woolwich ; en quatre, à Chatham; en six, à Sherness ; en huit, à Portsmouth, et en vingt-quatre heures, à l'arsenal de Plymouth, le plus distant de tous.

Malgré cette rapidité de communications, des lignes télégraphiques font correspondre l'amirauté avec tous les arsenaux de la marine. Ces télégraphes étaient jadis de grands cadres à compartiments, dans lesquels on faisait les divers signaux. On adopte maintenant notre sémaphore avec quelques modifications proposées par le contre-amiral Popham, qui a beaucoup ajouté à l'art des signaux. Il m'a lui-même expliqué l'installation de ses télégraphes à bord des vaisseaux.

L'amirauté donne les ordres généraux ; elle préside aux avancements, aux récompenses et aux punitions : les lords de l'amirauté changent chaque fois qu'on renouvelle le ministère.

Le navy-office est chargé de diriger l'exécution des travaux ordonnés par l'amirauté. Approvisionnements, armements, désarmements, en un mot, tout ce qui tient au matériel est de son ressort : les commissaires du navy-office ne changent pas lorsqu'on renouvelle le ministère.

Cette division, à la fois indépendante et subordonnée, faite entre l'art et l'autorité, me

paraît un chef-d'œuvre des institutions anglaises.

Le victualling-office, réuni depuis la paix seulement au navy-office, a sous sa direction tout ce qui regarde l'approvisionnement et l'apprêt des vivres de la marine. Le principal laboratoire de cette administration est à Deptford; et cet établissement, par la grandeur de ses édifices, semble former une ville à lui seul. On y peut chaque jour faire du biscuit pour vingt-quatre à trente mille hommes. Il y a de semblables boulangeries auprès de tous les grands arsenaux de la marine. Ce qui m'a frappé, dans ces boulangeries, c'est la division du travail et sa rapidité; les moyens de reconnaître en tous temps les négligences et les fraudes, soit dans les ouvriers, soit dans les chefs.

Le gouvernement anglais ne regarderait pas seulement comme une barbarie, mais comme un acte de démence, une économie faite aux dépends de la santé des hommes qui consacrent leur force et leur vie à sa défense. Tout est donc abondant, sain, agréable au goût, et je dirais presque délicat, dans les vivres du matelot anglais. Quand je rapporterai que les équipages déjeunent avec du chocolat, je ferai rire peut-être l'observateur superficiel, mais je frapperai profondément les hommes qui, profitant des leçons d'Annibal, savent comment la force physique ajoutée

à la force morale, peut décider de la perte ou du gain des batailles.

Attenant au victualling-office de Deptford est l'arsenal de la marine établi dans la même ville : c'est le moins étendu et le moins important de tous. Mais il faut s'arrêter avec respect en cet endroit, car c'est à Deptford (1) que Pierre-le-Grand vint apprendre la construction des vaisseaux.

En suivant toujours la rive droite de la Tamise, où sont situés tous les établissements de la marine, on arrive à Greenwich. C'est là que Charles Second, qui s'efforçait d'imiter Louis XIV dans ses fautes et ses faiblesses, bâtit un palais magnifique, pour étaler aussi le faste de sa cour licencieuse aux portes de la capitale. Bientôt après Guillaume et Marie, imitant autrement Louis-le-Grand, firent de ce palais l'asyle des matelots invalides.

L'observatoire célèbre d'où les marins anglais comptent leurs longitudes, est bâti dans le parc de Greenwich, sur la petite colline de Flamstead, astronome qui le premier dirigea cet observatoire et le rendit fameux dès sa naissance.

Un établissement peu connu, mais non moins digne de l'être que ceux dont nous venons de

(1) Dans un chantier particulier près de l'arsenal.

parler, est le Naval-asylum, école où sont gratuitement élevés les fils des matelots et des sous-officiers mariniers, morts en combattant pour la patrie. Cette autre école de la légion d'honneur est établie entre l'observatoire et l'hôpital de Greenwich.

L'arsenal de Woolwich mérite une bien plus grande attention que celui de Deptford. Depuis le fameux *Harry Grâce-de-Dieu*, bâti par Henri VII, jusqu'au *Nelson*, bâtiment de 120 canons, on y a construit les plus grands vaisseaux.

J'ai vu dans cet arsenal une machine de M. Hookey, servant à plier les bois; elle est assez forte pour courber des pièces devant former la membrure d'un vaisseau. Il m'a semblé qu'on faisait trop peu d'usage de cette intéressante invention.

M. Rennie construit actuellement dans l'arsenal de Woolwich une forge où tout sera mu par la machine à vapeur. On y fabriquera les plus fortes ancres. Cet établissement sera sans contredit le premier dans son genre en Angleterre, et probablement en Europe.

Il y a deux ou trois ans, on fit à Woolwich de grandes expériences pour imprégner les bois avec une dissolution minérale qui pût les préserver du dépérissement. A cet effet on em-

ployait un appareil à vapeur à haute pression, afin que le gaz pénétrât plus facilement entre les fibres du bois relâchées par la chaleur. Mais on augmenta si bien la chaleur et la compression, qu'un beau jour tout l'appareil sauta avec un épouvantable fracas, tua ou blessa plusieurs personnes, et commit d'assez graves dommages dans les endroits circonvoisins. Depuis lors il ne paraît pas qu'on ait été tenté de renouveler l'expérience.

C'est à Woolwich qu'est le principal établissement du département de l'ordonnance, qui comprend sous ses ordres le génie militaire, l'artillerie de terre et l'artillerie de mer.

Sous ce dernier point de vue, l'arsenal de l'artillerie de Woolwich devait être pour moi l'objet d'une attention spéciale. Il renferme un grand nombre de machines très-dignes d'être étudiées. Je me contenterai de parler des scies et des presses hydrauliques.

Dans mon travail sur l'artillerie anglaise, j'ai décrit avec détail les presses hydrauliques de Pascal, utilisées par Bramah, et spécialement leur application à l'aplanissement des bois. Une roue horizontale est armée de trente-deux gouges également espacées, et de deux rabots situés aux extrémités d'un diamètre de cette roue que fait tourner

au besoin une machine à vapeur (1). La pièce de bois qu'il faut aplanir se meut en ligne droite sur un chariot que fait avancer uniformément une presse hydraulique pareillement mue par la machine à vapeur. Si donc la pièce de bois avance d'un centimètre pendant que la roue fait une demi-révolution, seize gouges auront tracé sur le bois seize rainures distinctes et comprises sur une largeur d'un centimètre seulement. Aussitôt après, les quinze aspérités légères qui séparent ces seize rainures seront emportées par un coup du rabot qui suit les seize gouges. En moins d'une minute on aplanit ainsi les flasques du plus grand affût de marine.

Une presse hydraulique particulière sert à élever plus ou moins l'axe vertical de la roue armée des gouges, afin de pouvoir aplanir des pièces de bois plus ou moins épaisses.

M. Brunel a établi dans l'arsenal de Woolwich des scies de long, mues par la pompe à feu, remarquables d'abord en ce que leur appareil n'est presque composé que de fer et de cuivre ; ensuite parce que la transmission et la suspension des mouvements s'opère avec une grande précision et une grande simplicité : ces scies

(1) Le tranchant des trente deux gouges et des deux rabots se trouve tangent à un même plan horizontal.

sont animées d'une extrême vitesse, et leur travail est immense.

Le département de l'ordonnance a payé généreusement M. Brunel pour ce travail, et l'a ensuite recompensé au-delà des conventions fixées, en lui faisant une pension viagère considérable. Quelques années après avoir joui de cette pension, M. Brunel a désiré d'en recevoir le capital, et il l'a reçu. Je cite avec plaisir cette manière noble et généreuse de traiter les artistes. De pareils faits font mieux l'éloge d'un ministère que les phrases les plus pompeuses, et les compliments les plus raffinés.

C'est à Woolwich que le docteur Hutton a fait ses premières expériences balistiques; elles ont été continuées sur une beaucoup plus grande échelle par le docteur Gregory et le colonel Miller auquel on doit une petite scie à chantourner fort ingénieuse. Dans mon travail sur l'artillerie j'ai donné la description du bel appareil qu'on emploie maintenant pour les expériences balistiques.

L'école royale de l'artillerie et du génie militaire, autrefois établie dans l'enceinte de l'arsenal d'artillerie, en est maintenant séparée. Quand je ne devrais à sir Joseph Banks, président de la société royale de Londres, que la connaissance et l'amitié du colonel Mudge,

gouverneur de cette école, c'en serait assez pour que j'eusse une éternelle obligation à ce Mécène des sciences de la Grande-Bretagne.

Je dois au colonel Mudge, ainsi qu'aux professeurs et aux officiers de Woolwich, des matériaux aussi nombreux que précieux, et je ne saurais trop exprimer ma gratitude pour la manière dont, à mon égard, ils ont exercé leurs vertus hospitalières.

En descendant la Tamise jusqu'au confluent de ce fleuve avec la Medway, on arrive à l'île de Scheppey. C'est un vaste marécage formé par les alluvions de la Medway, qui se divise en deux branches pour l'embrasser. A la pointe nord-ouest de cette île se trouvent la ville et l'arsenal de la marine à Sheerness. Il a fallu former avec des carcasses de vaisseaux, coulées dans la vase, un sol artificiel suffisamment solide pour bâtir dessus les édifices de cet arsenal. Les anciens établissements sont petits, mesquins et tombent en ruine. Mais les constructions nouvelles sont pleines de grandeur et de beauté. On agrandit l'arsenal aux dépends du fleuve d'un côté, de l'autre aux dépends de la ville. On bâtit des formes de construction, des bassins flottants et d'asséchement, et des quais d'enceinte. Pour les revêtements extérieurs de toute cette maçonnerie, on n'emploie que du granit que l'on tire de

Cornouailles et d'Écosse, c'est-à-dire, des deux extrémités de la Grande-Bretagne. Le nouveau quai bordant la Medway est fondé sur des pilotis enfoncés jusqu'à environ vingt-trois mètres au-dessous du niveau des basses eaux. Pour résister à la poussée des terres vaseuses et demi-liquides dont se compose le sol de l'arsenal, on adosse au quai des contreforts creux et demi-circulaires, revêtus en briques dans leur pourtour, et remplis avec des pierres calcaires.

On bâtit, pour les bois de mâture, des dépôts sous-marins divisés en autant d'étages qu'on y devra déposer de rangées de mâts.

Les machines à vapeur, les cloches à plongeur, les routes en fer, tous les moyens de l'art sont mis en usage pour exécuter ces grands travaux avec autant d'économie que de célérité. L'érection du nouvel arsenal de Sheerness est à mon avis l'une des entreprises qui font le plus d'honneur à l'expérience et au talent de M. J. Rennie, inspecteur des travaux maritimes de l'Angleterre. L'exécution des plans de ce célèbre ingénieur est conduite avec habileté par M. Thomas, ingénieur résidant à Sheerness.

L'île de Scheppey n'est, comme je l'ai dit, qu'un vaste marécage baigné de touts côtés par de l'eau salée. On ne trouve pas sur cette île une seule source vive d'eau douce. On était obligé, il

y a peu d'années encore, d'aller à Chatham prendre l'eau nécessaire aux habitants et à la garnison de Sheerness, ainsi qu'à la flotte stationnée au Nore, mouillage situé du côté de la rive droite de la Tamise, en avant de Sheerness.

Dans l'espoir de trouver sous le sol quelque source d'eau potable, on a creusé un puits de cent-dix mètres de profondeur. Ce n'est qu'à ce terme qu'on a trouvé l'eau qu'on cherchait. Alors un jet d'eau d'une extrême abondance s'est élancé avec impétuosité; elle a rempli le puits jusqu'à deux mètres environ au-dessous du niveau du terrain; ensuite l'eau s'est abaissée d'environ quarante mètres au-dessous de ce niveau, et ne s'écarte plus de cette hauteur de quantités très-considérables. Ce qu'il y a d'étonnant, vu la nature et la position de l'île de Scheppey, c'est que cette eau est d'une parfaite pureté, qu'elle ne contient pas en dissolution le moindre atome de sel marin. Cependant on la tire en assez grande quantité pour fournir à toutes les consommations de la ville, de l'arsenal et de la flotte. On a remarqué en face de Sheerness et de l'autre côté de la Tamise, qui a plusieurs milles de largeur en cet endroit, une source dont les hausses et les baisses semblent correspondre avec celle du puits de Sheerness. Cette observation intéressante mérite d'être con-

firmée par des observations précises et suffisamment prolongées.

J'ai visité sur la Medway, près des travaux de l'arsenal, le fameux vaisseau le *Bellérophon*, transformé maintenant en bagne de forçats, qu'au lieu d'envoyer à Botany-Bay, on retient pour aider à ces travaux. Dans l'installation et l'aménagement de ce bagne, on a mis en usage tout ce que l'humanité la plus ingénieuse peut inventer pour rendre supportable et *comfortable* (1), une prison flottante.

Les forçats sont logés par petites chambrées où ils font ordinaire. Les chambres ont toutes de larges sabords fermés avec des grillages qui lais-

(1) Les mots *comfortable* et *comforts* sont au nombre des expressions qui manquent à la langue française, quoique nous ayons les expressions dérivées *conforter* et *reconforter*. *Confortable* désigne à la fois ce qui est agréable et utile, ce qui éloigne toute sensation pénible ou repoussante dans la satisfaction de nos besoins. Les *conforts* sont les choses qui rendent ainsi notre existence exempte de besoins et de sensations désagréables. Aussi les Anglais, qui sont un peuple éminemment sensuel, et qui font consister le bonheur de la vie à avoir *leurs quatre aises* en toutes choses, emploient-ils à chaque instant les mots *conforts* et *confortables* pour désigner l'ensemble des choses qu'ils possèdent ou qu'ils désirent.

sent entrer l'air en suffisante quantité. Les cloisons des chambres sont formées de grilles de fer, et, dans plusieurs parties, une simple toile couvrant ces grilles permet, en la relevant à certains moments du jour, d'aërer encore plus tous les logements.

Enfin à chaque chambrée correspond un lieu d'aisance construit en dehors de la muraille du bâtiment, et néanmoins construit de manière à prévenir toute évasion par cet endroit. Que ces détails ne rebutent pas notre fausse délicatesse : j'en appelle à ceux qui ont langui dans les prisons, pour savoir ce qui rend alors insupportable ou supportable notre existence.

Les dimanches et les jours de fête, on réunit tous les forçats dans une jolie chapelle construite vers le pied du mât d'artimon, où elle occupe deux entreponts.

En remontant la Medway, de Sheerness jusqu'à Chatham, on voit cette rivière couverte de vaisseaux désarmés. Leur peinture fraîche et brillante contraste avec l'aspect hideux de vieilles carcasses enfumées qui semblent des restes de navires noircis par un récent incendie. C'est dans ces tombes flottantes qu'on ensevelit vivants les prisonniers de guerre, danois, suédois, français, américains, n'importe. On les loge sur le second pont, sur le premier pont, et sur le faux pont.

En ce dernier endroit, ces malheureux ne respirent pendant le jour que par des hublots larges comme deux fois ma main; et pendant la nuit ils respirent un air que rien ne renouvelle. Quatre cents malfaiteurs sont le maximum d'un vaisseau portant des forçats. De huit cents à douze cents est le nombre ordinaire des prisonniers de guerre entassés sur un ponton de même rang. Le parlement d'Angleterre a statué la quantité de pieds cubes d'air nécessaires à la santé des jeunes apprentis réunis dans des ateliers purifiés par des ventouses, où l'air frais et la lumière arrivent en abondance, et d'où ces jeunes gens sortent trois fois par jour en pleine liberté. Cette quantité d'air, supposée indispensable pour des enfants, est dix fois plus considérable que celle accordée, comme à regret, à des hommes faits.

En montrant quelle immense différence on met dans les ports de l'Angleterre, entre un forçat et un ennemi désarmé, j'ose le dire, je n'ai l'idée ni de paraître un vain déclamateur, ni de calomnier une puissance étrangère trop longtemps notre rivale, et maintenant notre équivoque amie. Certes, je n'ai pas craint, je ne craindrai jamais de déplaire, et de heurter nos préjugés nationaux en rendant au gouvernement et au peuple anglais un sincère hommage pour leurs actions et leurs institutions amies de l'hu-

manité. Mais je craindrai bien moins encore de déplaire à l'orgueil britannique, en disant hautement des vérités faites pour le blesser; et peut-être, aux yeux des juges impartiaux, la bonne foi de mes éloges fera croire à la seule observation rigoureuse que m'oblige à faire l'amour de mes semblables et l'honneur de la civilisation.

Enfin, s'il est un moment où la philanthropie puisse élever sa voix contre la férocité gratuite de quelque institution militaire, déshonorante pour la nation qui s'en rend coupable, c'est à coup sûr au milieu de la paix, quand les esprits ne sont plus égarés par la haine, et quand des communications faciles et journalières rétablies entre deux grands peuples, font comparaître en quelque sorte chacun d'eux en présence de l'Europe attentive, au tribunal de l'opinion, érigé par l'autre peuple.

L'arsenal de Chatham, situé comme celui de Sheerness sur la rive droite de la Medway, est plus spacieux que tous ceux dont j'ai déjà parlé. Les constructions navales y ont plus d'étendue et d'activité. C'est là que sont déposés, dans des magasins immenses, et rangés avec un ordre remarquable, tous les agrets et les objets d'armement des vaisseaux désarmés et mouillés dans la Medway.

Les formes de construction encore existantes sont revêtues en bois suivant l'ancien usage. Quoi-

qu'elles n'aient pas été refaites depuis plus de quarante ans, elles ont été si bien exécutées, que cette charpente est encore en bon état; tandis qu'à Deptford, à Woolwich et surtout à Sheerness, la charpente des anciennes formes de construction est en général dans un délabrement qui contraste avec la solidité somptueuse des nouveaux édifices.

On excave maintenant à Chatham une grande forme de construction qui sera bâtie en granit et en pierre de taille de Portland. C'est le commencement de travaux très-étendus entrepris pendant la paix pour rendre l'arsenal susceptible d'une plus grande activité en temps de guerre.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans l'arsenal de Chatham, est la scierie établie par M. Brunel; cet atelier est bâti sur une éminence dans le fond de l'arsenal.

Le mécanisme des scies est à quelques détails près le même que celui des scies de Woolwich. L'action de la vapeur est également ici le moteur général. Les scies sont placées dans un édifice régulier, dont la charpente, par un mélange judicieux de fer et de bois, me paraît être un modèle dans son genre : cette charpente est encore de M. Brunel.

Mais ce qui caractérise cet établissement et lui donne une physionomie qui n'appartient qu'à lui seul, c'est l'ensemble des opérations employées

pour élever les bois du niveau de la mer jusque dans l'atelier et les emmener ensuite, soit pour les redescendre à la mer, soit pour les emménager dans un long parc préparé à cet effet.

Un canal souterrain sert à conduire les bois bruts, d'un bassin flottant où ils sont tenus en réserve, jusqu'au fond d'un large puits. Arrivées là, les pièces sont chargées successivement sur une plate-forme suspendue à deux chaînes de fer. Les chaînes passent au haut du puits sur des poulies de retour, et vont par leur second bout, tenir en suspension un vase métallique capable de contenir une grande quantité d'eau. Cette eau, fournie par le récipient de la machine à vapeur, lorsqu'elle est accumulée dans le vase en suffisante quantité, l'emporte sur le poids de la pièce de bois, qui s'élève alors d'elle-même jusqu'au haut du puits. Là, des ouvriers l'accrochent à des chaînes qui pendent d'un chariot-grue, dont la forme est compliquée, mais très-ingénieuse.

Ce chariot, qui se meut longitudinalement par l'action de la machine à vapeur, peut amener et remmener les pièces, du puits à l'atelier et aux différents points du parc aux bois, qui a trois cents mètres de longueur. Deux hommes, qui sont portés par le chariot, peuvent à volonté l'arrêter, le remettre en mouvement, faire tourner sa partie supérieure en forme de grue, présenter les

bois aux piles qui leur appartiennent, charger, décharger ces pièces, etc.

Toutes ces opérations, qui se font avec autant de précision que de facilité, montrent la flexibilité et la fécondité du talent de M. Brunel pour la composition des machines. Mais, quant à l'établissement du puits, à la construction de l'appareil à monter les bois et de ses dépendances, il doit sembler évident, après un examen attentif, qu'il eût été plus simple et plus économique de faire sauter par la mine, et de raser l'éminence dans laquelle est creusé le puits, et sur laquelle sont établis le parc et l'atelier des scies. On eût économisé de la sorte toute la force nécessaire pour élever journellement les bois à scier, ainsi que le charbon et l'eau nécessaires pour la machine à vapeur. C'est la première objection que m'ait faite le docteur Wollaston, lorsque je m'entretins avec ce savant célèbre, au sujet des scieries de Chatham; et cette objection est digne d'un esprit aussi judicieux.

C'est à Chatham que M. Sepping a mis pour la première fois en pratique les améliorations qu'on lui doit dans la construction des vaisseaux. Pour arriver à ce but, il eut à triompher de ces nombreux et vénérables axiomes, consacrés par l'orgueil de nos ancêtres, et conservés religieusement par l'amour-propre de leurs neveux.....

« Que les vaisseaux anglais naviguent fort bien et durent assez long-temps tels qu'ils sont aujourd'hui ; qu'il serait téméraire et déraisonnable de rien innover dans un si parfait ordre de choses, adopté par tant de peuples, pratiqué depuis si long-temps ; et des nains, appuyés sur leurs petites colonnes d'Hercule, s'écriaient qu'enfin, *Dieu merci!* l'art avait atteint l'heureuse époque où l'on ne peut plus faire un pas au-delà des bornes posées. » Mais M. Seppings est un de ces hommes tenaces qui n'entendent pas raison contre leur système. Il avait des amis puissants hors du corps des Master Shipwrigths ; il obtint d'autorité ce qu'il ne pouvait pas obtenir par la persuasion, et rendit par force à la marine anglaise un des services les plus signalés qu'elle ait jamais reçus.

J'ai tâché de faire connaître en France les véritables avantages du système de M. Seppings. J'ai trouvé plus d'obstacles que lui ; et, moins heureux, je n'en ai pas encore triomphé. J'ai donné des démonstrations, mais cela était vain comme de la théorie ; des calculs, et l'on eût dit que je traitais de quantités imaginaires : enfin, quand j'ai voulu m'appuyer de l'expérience, on m'a dit qu'en Angleterre on abandonnait à présent le système que je voulais faire adopter en France (1).

(1) Tout ceci était écrit vers la fin de mon second voyage,

Je suis donc allé en Angleterre, et j'ai vu, de mes yeux vu, en 1816, en 1817 et en 1818, qu'il y avait des vaisseaux sur le point d'être achevés et construits suivant le système de M. Seppings. J'en ai vu d'autres à moitié construits et travaillés suivant ce système; enfin, j'ai vu dans tous les arsenaux de la Grande-Bretagne les vieux vaisseaux originairement bâtis suivant l'ancien système, amenés journellement dans les formes de construction et radoubés en grand, suivant le système de M. Seppings.

D'après toutes ces raisons qui sont la substance de ce que j'ai dit et écrit, depuis plus de deux ans,

---

lorsque j'étais encore à Londres. J'ai trouvé à mon retour les esprits infiniment ramenés vers les idées que je m'étais efforcé de faire adopter. On a reconnu la fausseté de l'assertion *que les Anglais eux-mêmes abandonnaient les prétendus perfectionnements dont je m'étais rendu l'apologiste.* Alors la question a changé de face, et l'on est revenu à l'examen des choses mêmes, en les dépouillant de l'autorité favorable ou défavorable de l'exemple. Je suis convaincu qu'un examen fait par des hommes également éminents par leur expérience, leur savoir et leur amour du bien public, mettra dans tout son jour ce qui, dans le nouveau système, est essentiellement défectueux pour rejeter cette partie, et ce qui au contraire est essentiellement avantageux pour en proclamer l'utilité, et en faire jouir la marine française.

en France et Angleterre, on croira sans doute que M. Seppings et ses sectateurs me regardent comme un de leurs prosélytes et me rangent parmi leurs adeptes : bien loin de là! Parce que, tout en reconnaissant l'excellence des améliorations dues à cet habile ingénieur, je soutiens, les *preuves à la main*, que depuis long-temps le principe en était connu et même pratiqué parmi nous et ailleurs ; j'ai beau proclamer et défendre le mérite et l'originalité des applications de ce principe, au-delà les eaux on me range parmi les détracteurs et les antagonistes de l'auteur.

Depuis plusieurs années, les officiers de l'arsenal de Chatham se sont cotisés pour former à leurs frais une école où les jeunes apprentis sont reçus pendant les soirées d'hiver. On leur enseigne à lire, à écrire, à compter, et même, à ce que je crois, les premiers éléments de géométrie. Ils sont reçus indistinctement et sans rétribution, mais renvoyés à la première faute grave qu'ils commettent, ou seulement s'ils cessent d'être exacts. J'aime à citer de semblables institutions, parce qu'elles montrent quelle est en Angleterre la bienfaisance éclairée des diverses classes de la société.

C'est à Chatham que le gouvernement a établi depuis cinq à six ans une école-pratique pour les troupes du génie, sapeurs, mineurs et ponton-

niers. L'instruction donnée dans cette école, les travaux et les exercices en tout genre auxquels on habitue ces ouvriers militaires, me paraissent très-dignes d'être connus.

L'arsenal le plus voisin de Chatham, après tous ceux dont nous venons de parler, est celui de Portsmouth. C'est le plus vaste de tous, celui qui présente les plus beaux édifices et le plus grand développement de travaux.

Les formes de construction sont nombreuses; elles offrent une disposition ingénieuse. Au-dessous du niveau de leur fond on a creusé un réservoir assez vaste pour contenir toute l'eau qui environne un vaisseau lorsqu'il est introduit dans la forme. On peut donc, par ce moyen, mettre instantanément ce navire à sec, procéder immédiatement à son radoub, et pomper à loisir l'eau qu'on a fait écouler dans le réservoir. Cette eau est élevée par une pompe à chapelets, dont les palettes ont près de six décimètres de diamètre. La pompe est mise en action par une machine à vapeur. Le général d'artillerie Bentham, auquel la marine doit plusieurs perfectionnements essentiels, a dirigé la construction du bassin flottant, des formes de construction qui ont leur entrée dans ce bassin, et du réservoir pour l'eau de ces formes.

L'arsenal de Portsmouth est, à beaucoup d'é-

gards, la manufacture générale des autres arsenaux de la marine. C'est là qu'on fabrique une foule d'objets d'art sur un modèle unique, pour être ensuite distribués sur tous les points où l'on doit en faire usage.

Les travaux de poulierie sont ce que Portsmouth offre de plus intéressant dans ce genre de fabrications générales. La poulierie de Portsmouth, avec toutes les machines dont elle se compose, est la création d'un Français dont j'ai déjà trois fois cité les établissements. En songeant à ces grands services qu'il a rendus pendant la dernière guerre au peuple qui se montrait alors notre plus mortel ennemi, peut-être quelques Français offensés regretteront qu'il n'ait pas consacré ses talents à la défense et à la gloire de sa propre patrie. Mais, sans parler des malheurs qui forcèrent tant d'amis de leur pays à le fuir pour sauver leurs jours, et qui les retinrent sur une terre étrangère long-temps après les dangers de la tourmente, sommes-nous en droit d'adresser aux talents que nous repoussons (alors même qu'ils sont éclos et brillants de tout leur éclat), le reproche de nous avoir abandonnés quand ils étaient encore à naître ! Deux archiducs d'Autriche et un empereur de Russie ont, depuis 1814, visité la Grande-Bretagne. Ils ont fait à M. Brunel les offres les plus séduisantes pour l'engager

à porter dans leurs états son industrie et son expérience; M. Brunel les a refusés. Depuis 1814 il a deux fois tenté de consacrer ses talents à la France, et deux fois la France l'a refusé.

Je reviens aux machines de cet artiste. Celles qu'il emploie pour faire des poulies sont toutes mues par l'action aveugle et constante de la vapeur, combinée avec l'action intermittente et raisonnée d'un ouvrier. Ces machines, qui sont de cuivre et de fer, occupent peu d'espace et sont indépendantes l'une de l'autre; il y en a une grande variété. Elles sont décrites fort au long dans l'Encyclopédie du docteur Rees. J'espère ajouter à cette description quelques observations intéressantes sur les avantages et les inconvénients particuliers à chaque machine, ainsi que sur les résultats de son jeu.

L'école des élèves de la marine anglaise est placée dans l'arsenal de Portsmouth. Dans la belle saison, les élèves ont une corvette d'exercice, sur laquelle ils sont embarqués à des jours fixes, pour apprendre successivement la manœuvre et le commandement.

Auprès de l'école des élèves de la marine militaire, on bâtit dans l'arsenal un joli pavillon où l'on va placer la nouvelle école des ingénieurs constructeurs. Chose qu'on croira difficilement; c'est qu'à certains égards les Anglais ne rougissent

pas d'avouer leur infériorité quand elle leur est clairement démontrée. Depuis beaucoup d'années, ils se plaignent hautement et peut-être même avec exagération, que leurs constructeurs sont de bien loin en arrière des ingénieurs français, sous le point de vue des connaissances théoriques. Ces plaintes ont retenti jusque dans le parlement d'Angleterre ; et c'est d'après le vœu d'un comité de ce grand corps législatif, qu'on a établi l'école des constructions navales. Je suis persuadé que dans peu d'années la Grande-Bretagne retirera des fruits inespérés de cet établissement.

A Gosport, espèce de faubourg de Portsmouth, situé sur la rive méridionale de l'entrée du port, il y a une bonne école particulière de marine. Elle est dirigée par le docteur Burney. Ce savant professeur a publié dernièrement une nouvelle édition du dictionnaire de marine de Falconner. J'ai trouvé dans cette édition une foule de choses intéressantes sur les progrès les plus récents de l'art en Angleterre. J'ai eu soin d'en extraire pour mon ouvrage tout ce qui m'a paru d'une importance réelle.

L'établissement des vivres de Portsmouth est sur un plan proportionné à la grandeur du port et à l'activité des armements pendant la guerre.

Dans la dernière guerre, c'est de Portsmouth

que partaient la plupart des flottes et des convois destinés pour les grandes expéditions et les longues croisières. C'est de là que partaient les troupes, les munitions de guerre et les munitions de bouche destinées pour l'Espagne et le Portugal.

Aussi le parc d'artillerie, comme l'office des vivres de Portsmouth après celui de Deptford, est-il, après l'établissement central de Woolwich, le plus vaste, le mieux bâti, et le plus riche en matériel de toute espèce, tant pour l'artillerie que pour le génie militaire. Là, tous les objets transportables sont rangés dans un tel ordre, et tenus en telle quantité dans des caisses, des tonneaux, etc., qu'on peut en vingt-quatre heures délivrer et faire conduire à bord l'armement d'une grande expédition : plus d'une fois on a répété ce prodige dans la dernière guerre.

J'étais à Portsmouth, lorsque l'amiral lord Exmouth revint de sa courte, mais brillante campagne d'Alger. J'ai visité les deux bâtiments de son escadre qui ont pris le plus de part au combat, la frégate *le Léander* armée de soixante canons ou carronades, et le vaisseau à trois ponts *la Reine Charlotte*. Je n'ai pu voir sans admiration l'austère simplicité du logement de l'amiral : un ameublement où rien n'est fait pour la montre, où tout sans exception se déplace, se plie et s'enlève au moment du branlebas de combat; enfin des

appartements aussi garnis de bouches à feu que le reste des batteries. On peut penser d'après cela que les logements des capitaines et des simples officiers de la flotte ne sont ni somptueux, ni disposés de manière à diminuer les moyens militaires du bâtiment ; et néanmoins les vaisseaux anglais présentent tout ce qui peut rendre douce et supportable la rude existence des marins (1).

La dernière chose dont il me reste à parler au sujet de Portsmouth, c'est l'hôpital de la marine. Il est le plus vaste de tous ceux établis auprès des arsenaux. Cependant, quant à la disposition générale et à la salubrité qui doit en résulter, je lui préfère encore, je l'avoue, l'hôpital de Plymouth. Neuf pavillons également espacés et distribués sur trois côtés d'une immense cour rectangulaire, contiennent les salles de ce dernier hôpital. Un portique à colonnes de granit règne sur ces trois côtés, en avant des pavillons. Enfin, dans l'intervalle qui sépare ces bâtiments isolés, d'autres bâtiments plus petits, mais semblables entre eux,

(1) Les marins anglais sont aussi amoureux des *conforts* de la vie, et à beaucoup d'égards, ils en jouissent aussi bien que les citadins les plus aisés. Le bien-être qu'ils éprouvent les console de l'austérité de la discipline, et ils restent facilement sans quitter le bord jusqu'à deux et trois années consécutives, dans les navigations les plus pénibles et les croisières les plus dures.

et rangés également en arrière du portique, sont le local de tous les offices nécessaires au service des malades. Un édifice situé à peu de distance de ce vaste groupe sert à faire prendre aux malades des bains d'eau chaude et de vapeur. L'eau de ces bains est échauffée par la vapeur. La buanderie et les séchoirs qu'elle contient méritent aussi d'être remarqués.

Lorsque Howard, cet illustre ami de l'humanité, visita pour la première fois les prisons et les hôpitaux d'Angleterre, il eut à faire une peinture repoussante du triste état où se trouvaient la plupart de ces établissements ; il n'eut guères que des éloges à donner à l'hôpital de Portsmouth, et surtout à celui de Plymouth. Ainsi, la marine était en avant du reste de la société, dans les secours et les soulagements inventés par le plus bienfaisant des arts, l'art de guérir.

L'arsenal de Plymouth n'est qu'en seconde ligne, quant à son étendue et au développement de ses travaux habituels. Néanmoins, dans aucun établissement de ce genre, l'art n'a plus fait pour vaincre la nature. Il a fallu, pour être moins à l'étroit, faire sauter une partie d'une longue colline de marbre dont la pente naturelle s'étend presque jusqu'au bord de la mer. On a continué cet ouvrage, avec une constance sans exemple, pendant plus de cinquante années.

Plymouth contient la plus grande forme de construction de l'Angleterre. C'est là qu'on est obligé d'envoyer, pour les radouber, les vaisseaux à trois ponts de première grandeur, qui ne peuvent pas entrer dans les formes de Portsmouth. On doit, dans ce dernier port, bâtir une nouvelle forme de construction aussi spacieuse que celle de Plymouth.

La nouvelle corderie de Plymouth a ses escaliers, ses planchers et sa charpente en fer. Les travaux de corderie des arsenaux anglais sont très-reculés encore, sous le point de vue de l'emploi des machines. Mais la manière d'ordonner les travaux du filage, et de goudronner les fils, me paraît mériter d'être imitée.

La nature a tout fait pour le port et la rade de Plymouth. Le port où sont mouillés tous les vaisseaux en désarmement, est un bassin naturel, dont l'étroite entrée assure la tranquillité des eaux, et qui, dans une longueur de trois à quatre milles, sur une largeur considérable, présente assez d'eau pour le mouillage des bâtimens de guerre de tous les rangs.

La rade de Plymouth, sur une largeur de près de trois milles à son embouchure, s'enfonce à peu près de la même étendue, entre deux promontoires, qui, avec les collines de Plymouth et Plymouth-Dock, la garantissent de tous les vents,

excepté ceux du large. Pour arrêter la violence de la mer lorsque ces derniers vents soufflent, on bâtit une jetée avec d'énormes blocs de marbre. M. Rennie, chargé de ce travail, a profité de toute l'expérience que nous avons acquise à Cherbourg ; et comme les localités sont beaucoup plus en sa faveur, qu'elles n'étaient en faveur de nos ingénieurs, M. Rennie obtiendra des résultats plus satisfaisants pour la sûreté de la rade.

Je décris, dans mon ouvrage sur les ports d'Angleterre, avec un soin particulier, la série des travaux nécessaires pour tirer les matériaux de la mine, les charrier, les embarquer, les débarquer et les mettre en œuvre sur la jetée.

Depuis l'époque où j'ai rédigé cette description, M. John Barrow, littérateur fort connu, et second secrétaire de l'amirauté, a publié une description des mêmes travaux, dans le Supplément de l'Encyclopédie britannique, ouvrage auquel contribuent les écrivains les plus célèbres de la Grande-Bretagne. La rédaction de M. Barrow est extrêmement intéressante. On conçoit que, quant à l'histoire des opérations, à leur dépense, aux motifs de l'entreprise et aux discussions qui ont mis ces motifs dans leur vrai jour, un secrétaire de l'amirauté pouvait puiser à des sources dont je n'avais pas même l'idée, et qui m'étaient interdites. Mais en général, pour

ce qui regarde la description des travaux, je me trouve d'accord avec M. Barrow, et aussi complet que lui. J'avoue que cette conformité doit me donner quelque confiance en la fidélité de mes descriptions où je n'ai pas eu l'occasion de faire un aussi redoutable parallèle.

Il est un dernier établissement maritime, naissant encore, et qui deviendra quelque jour un des plus importants de l'Angleterre; c'est celui de Milford-Haven. La baie ou le havre de Milford est un bassin naturel bien plus vaste encore que celui de Plymouth, et mieux abrité de tous côtés par des montagnes. Il est situé vers la pointe occidentale et méridionale de la côte du pays de Galles. Ce port sera destiné seulement aux constructions neuves; on y bâtira douze calles de vaisseaux et tous les ateliers nécessaires pour les travaux que suppose ce projet. Les premières constructions navales entreprises à Milford ont été dirigées par un ingénieur français très-estimé en Angleterre, M. Barailler, père.

Tels sont les établissements de la marine militaire. En les visitant, j'ai partout été frappé de l'ordre qui règne dans le matériel, et de l'activité silencieuse dont tous les individus sont animés. Partout on voit les signes et les effets de l'économie; *mais de l'économie* RAISONNÉE *qui sait au besoin sacrifier, on dirait presque avec prodigalité pour re-*

cueillir ensuite avec usure le fruit de ses avances. Cependant une telle perfection n'est pas le résultat d'un grand nombre d'années ; elle ne date que de la dernière guerre. C'est au milieu du danger, et dans les embarras d'une activité convulsive, que des têtes fortes ont su vaincre tous les obstacles, triompher des préjugés, et faire naître un ordre de choses qu'on dirait être le fruit de longues et paisibles méditations. Cet exemple nous fait voir combien peu de temps suffit à l'autorité pour opérer des prodiges, quand, par hasard, elle tombe entre les mains d'hommes supérieurs.

Les ports de commerce ne peuvent pas inspirer le même genre d'intérêt que les grands ports militaires ; les constructions navales n'y ont ni la même grandeur, ni les mêmes moyens. Mais ils n'en sont pas pour cela moins dignes d'être étudiés. C'est dans les ports du commerce que se forment les premiers éléments de la puissance maritime ; c'est là que l'état trouve, au besoin, des matelots, des ouvriers et des munitions navales de toute espèce. La force des ports militaires est uniquement dispendieuse, et celle des ports du commerce essentiellement productive. Enfin, dans la Grande-Bretagne, ces derniers ports sont surtout dignes d'être étudiés, parce que leur prospérité ne doit rien qu'à la persévérance, à l'au-

dace et à l'activité des habitants. Jaloux jusqu'à l'excès de leur indépendance, il suffirait que le gouvernement voulût s'immiscer dans l'administration ou la direction de quelque entreprise mercantile ou de quelque construction, pour que tous les particuliers en retirassent leurs fonds à l'instant.

Bristol et Liverpool, après Londres (ainsi que je l'ai dit) les deux plus grands ports marchands de l'Angleterre, sont situés sur la côte occidentale. Bristol est enfoncé dans les terres, au confluent du fleuve Avon et de la petite rivière Froom, à peu près à vingt milles de l'embouchure du fleuve. Les navires montent et descendent avec le flux et le reflux.

A partir du confluent de la Froom et de l'Avon, en suivant les directions respectives de leur lit, on a creusé deux bassins, larges, profonds et d'une grande longueur, le second surtout. Des écluses de retenue soutiennent les eaux de ces bassins à la hauteur des grandes marées. Pour faciliter l'écoulement habituel des eaux de l'Avon, on a creusé un canal de dérivation qui prend naissance au-dessus des bassins, et rejoint l'ancien lit du fleuve au-dessous de ces bassins. Ce dernier travail fut fait de 1805 à 1809.

En aval des deux longs bassins est un dock très-spacieux où les vaisseaux sont introduits journel-

lement, déchargés en partie s'ils tirent trop d'eau pour entrer dans les bassins, et complétés dans leur chargement s'ils doivent prendre un tirant d'eau qui passe une certaine limite.

J'ai été le témoin du curage de ce dock, opération qui s'exécute avec autant de rapidité que d'économie.

Douze ponts en pierre et quatre ponts en bois sont jetés sur les bassins et les cours d'eau qui traversent Bristol. Il y a sur les canaux et le long des quais des ponts-levis et des grues en fer, d'une force et d'un jeu remarquables.

De nombreux chantiers, des docks et des calles de construction sont répandus sur les rives des bassins, du côté de l'aval.

Enfin, Bristol renferme une foule de manufactures en différents genres. C'est un particulier de Bristol (1) qui a inventé une manière très-simple de couvrir les édifices avec des plaques amovibles de fer battu. J'ai remarqué dans l'arsenal de Woolwich une calle de construction couverte d'un semblable toit.

Liverpool, dont le commerce est beaucoup moins ancien que celui de Bristol, s'est élevée bien plus haut en richesse et en industrie; elle s'est emparée de la plus grande partie du commerce de

(1) M. Wellington.

cette ville rivale. Nulle part la prospérité ne s'est montrée sous un aspect plus étonnant : il y a cent ans seulement, le commerce de Liverpool ne comptait que pour la quarante-deuxième partie dans le commerce total de l'Angleterre; cette ville y compte maintenant pour la sixième partie. Elle a donc sept fois plus prospéré que la masse d'un peuple qui nous étonne par l'étendue et la rapidité de son progrès général.

Si nous cherchons les causes de cet accroissement sans exemple, nous les trouverons dans la situation de Liverpool, au débouché d'innombrables canaux, qui traversent les districts manufacturiers les plus industrieux et les plus actifs de l'Angleterre. C'est donc à Liverpool, qu'en apportant leurs produits, ils viennent chercher des matières premières autres que celles indigènes.

C'est à Liverpool que fut construit le premier dock qu'on ait vu dans la Grande-Bretagne, pour tenir à flot des bâtiments marchands. Aujourd'hui les docks de Liverpool couvrent une superficie de plus de deux cent mille mètres carrés, ce qui, sur quatre mille mètres de longueur ou une lieue de poste, formerait un bassin continu de cinquante mètres de largeur.

Les docks les plus spacieux et les plus beaux, ou viennent d'être achevés, ou sont encore en

construction. L'extrême détresse du commerce anglais en 1816, n'a pu faire cesser ces travaux. Ils ont même repris une nouvelle vigueur, par un emprunt volontaire d'un demi-million, employé à faire travailler les pauvres aux nouveaux docks dans l'hiver de 1816 à 1817.

En examinant les différents docks, la construction plus ou moins récente de leurs quais et de leurs portes, de leurs ponts-levis ou tournants, on voit clairement les progrès de l'art. Je me suis appliqué à faire connaître en quoi consistent les perfectionnements apportés successivement à ces divers travaux.

On conçoit qu'un port aussi grand, aussi actif que Liverpool exige de vastes chantiers et de nombreuses formes pour les constructions et les radoubs ; des ateliers de toute espèce, relatifs aux arts maritimes, etc. J'ai visité avec soin les plus intéressants, et je me suis appliqué à remarquer ce qu'ils offrent de différent avec nos travaux du même genre.

Londres, janvier 1818.

RELATION SUCCINCTE

D'UN SECOND VOYAGE

FAIT, EN 1817 et 1818,

DANS LES PORTS D'ANGLETERRE, D'ÉCOSSE ET D'IRLANDE,

PRÉSENTÉE

A l'Académie des Sciences de l'Institut de France, le lundi 23 février 1818.

MESSIEURS,

Dans mon premier voyage en Angleterre, j'avais parcouru les six ports de l'état et les trois plus grands ports du commerce. J'avais mis un soin extrême, non-seulement à recueillir des matériaux nombreux, mais à me former une idée précise de la valeur de ces matériaux. Cependant, je ne pouvais me dissimuler, qu'en embrassant un aussi vaste champ je ne pourrais, dans un court espace de temps, soumettre à l'examen d'une critique approfondie et les faits et les idées dont

j'avais formé la collection. Lorsqu'on voit beaucoup et rapidement, il est impossible de ne pas se tromper sur plusieurs objets, et la sage maxime « *errare et humanum est*, » m'a toujours inspiré un doute salutaire sur les résultats de mes observations.

A mon retour, lorsque j'ai voulu réunir par un enchaînement raisonné les anneaux épars que j'avais recueillis, sans autre ordre que celui des opportunités et des temps, la concordance des objets analogues ou leur disparité m'a servi de premier indice pour juger de la valeur des données dont j'étais possesseur. Ce n'est pas tout ; en plusieurs endroits, je n'ai pu continuer cet enchaînement, faute d'éléments essentiels ; j'en ai pris note pour en faire l'objet de mes recherches subséquentes.

Je suis donc retourné en Angleterre pour lever mes doutes sur mes observations qui n'avaient pu soutenir l'épreuve d'une sévère analyse, et pour acquérir les renseignements qui m'avaient échappé ou que je n'avais pu recueillir dans mon premier voyage. J'ai soumis aux plus célèbres ingénieurs de la Grande-Bretagne, MM. Rennie et Telford, la description que j'avais faite de plusieurs travaux du premier ordre, exécutés sur leurs plans. Malgré la multitude et l'importance de leurs occupations, ces deux hommes excellents ont eu

la complaisance de me lire attentivement et de m'indiquer en détail, soit les additions, soit les corrections qu'il était indispensable de faire à mon travail. J'ai consulté pareillement d'autres hommes habiles, pour avoir, dans les genres spéciaux de leur talent, les lumières qui me manquaient.

Mais je n'ai pas borné mes vues à la correction des descriptions de mon premier voyage. Je me suis déterminé à parcourir la côte d'Angleterre, à partir du point où je m'étais arrêté; et à visiter pareillement les rivages de l'Écosse et de l'Irlande. C'est de cette partie de mon travail que je vais avoir l'honneur de vous entretenir.

Une opération dont je désirais ardemment être spectateur, mais qui n'avait pas eu lieu pendant mon premier séjour dans la Grande-Bretagne, c'est le lancement d'un bâtiment de la marine de l'état. J'ai pu, cette fois, assister au lancement d'un de ces navires, dans l'arsenal de Deptford. J'ai particulièrement remarqué, comme une innovation aussi heureuse qu'économique, le remplacement de tous les cordages qui portent le navire sur son berceau, par de courtes chaînes de fer battu.

A Woolwich, M. P. Barlow, professeur de l'école royale de l'artillerie et du génie, a bien voulu répéter devant moi ses principales expériences

sur la force des bois. Ces expériences viennent à l'appui des miennes et confirment la théorie que j'ai donnée dans un Mémoire approuvé par l'Institut de France, et publié dans le *Journal de l'École Polytechnique*, t. XIV, année 1814.

La Société Royale de Londres, par une faveur trop peu méritée de ma part, a publié dans la première partie de ses *Transactions philosophiques pour* 1817, les recherches théoriques, pratiques et historiques que j'ai faites sur les perfectionnements apportés depuis peu dans la structure des vaisseaux anglais. L'honneur de la première idée de ces perfectionnements a été de la sorte authentiquement rendu à la France. Mais la France est encore à recevoir le bénéfice de ces perfectionnements mêmes, tandis que nos rivaux, moins étroits dans leurs vues et plus hardis dans leurs essais, avancent à grands pas dans cette nouvelle carrière.

Dès que j'eus visité à Londres et dans les environs ce que j'avais à voir ou à revoir, et recueilli les recommandations qui m'étaient nécessaires, j'ai suivi vers le Nord la côte orientale de l'Angleterre.

J'ai visité d'abord Cambridge comme un des grands dépôts du savoir et de l'étude des sciences naturelles dans la Grande-Bretagne. J'ai eu le plaisir d'y connaître M. Woodhouse, un des plus

habiles mathématiciens de l'Angleterre, et l'auteur d'un très-bon ouvrage sur les Fonctions analytiques. Dans une des bibliothèques de Cambridge, on trouve une collection de quinze volumes manuscrits, rédigés sous le règne de Charles II, par Williams Pepys, ancien secrétaire de l'amirauté, et, dans son temps, l'un des membres les plus distingués de la Société Royale de Londres. Ces manuscrits, tous relatifs à la marine, sont doublement intéressants et sous le rapport historique, et sous le point de vue de l'art.

De Cambridge, je me suis rendu à Kingston sur le Hull. Cette ville, que l'on appelle communément Hull, est aujourd'hui le quatrième port marchand de l'Angleterre. La pêche de la baleine, la navigation des côtes océaniques de Hollande, de France et d'Espagne, le commerce de la Baltique et de la Méditerranée, etc., sont les sources principales de la richesse de Hull. Deux docks spacieux devenaient insuffisants, et l'on allait en construire un troisième, qui, joint aux deux autres par des écluses, eût formé autour de l'ancienne ville une enceinte de vaisseaux flottants; mais la paix de 1814 est arrivée. Alors le commerce de l'Angleterre, retrouvant des rivaux dans toutes les nations auxquelles les mers étaient rouvertes, ce commerce déclina tout-à-coup. On abandonna donc tout projet d'agrandissement dans

les ports. Cependant en 1817, à peine quelques lueurs d'une prospérité nouvelle eurent-elles ravivé les espérances, que les habitants de Hull, sans attendre les effets de cette prospérité, reprirent avec ardeur l'exécution de leurs projets pour l'amélioration et l'agrandissement de leurs établissements maritimes.

De Hull, je me suis rendu à Sunderland pour y examiner un pont en fer coulé, d'une seule arche, jeté entre deux rocs escarpés. Ce pont célèbre est assez élevé pour que des navires du port de quatre à cinq cents tonneaux passent dessous avec leurs voiles de hune déployées. On a prétendu que ce pont menaçait ruine, et cela par l'effet inévitable de l'allongement du fer en été, ce qui écarte les culées, et de son raccourcissement en hiver, ce qui, dit-on, finira par faire sortir le pied des arcs en fer, de leurs abutements. Alors le pont tomberait dans le fleuve, comme a fait, mais pour une autre cause, celui qu'on avait jeté à Staines sur la Tamise. Cette objection présentée contre les grandes arches de fer, est, ainsi que je m'en suis assuré avec soin, dénuée de fondement quant au pont de Sunderland.

Les constructions navales, qui sont extrêmement nombreuses, la forme, la structure des bateaux de charge, des routes en fer, des embarcadères pour le transport du charbon, les mines

mêmes de charbon, les fours à verrerie et à chaux; tout sur les bords du fleuve Wear qui passe à Sunderland, est du plus haut intérêt et mérite une étude approfondie.

Il faut en dire autant des deux Tynemouth et de Newcastle, villes situées sur les bords du fleuve Tyne.

C'est à coup sûr une chose admirable que de voir déboucher sur une étendue de côte qu'un piéton peut parcourir en trois ou quatre heures, deux fleuves qui, par année commune, reçoivent seize mille navires, et les renvoient chargés des produits de leurs rivages.

J'ai vu, pour la première fois à Newcastle, des moulins à filer le lin, et mus par la machine à vapeur. Ces fils de lin sont ensuite employés pour la fabrication des toiles de ménage et des toiles à voiles.

J'ai aussi visité à Newcastle une tour d'environ quarante mètres de hauteur, et servant à la fabrication des balles de plomb. En faisant, du sommet de la tour, couler le plomb à travers un crible de fer, il arrive en bas dans une vaste cuve pleine d'eau, et frappant cette eau avec une extrême violence, ce choc accroît sa densité. J'ai vu de semblables tours à Chester et dans le faubourg de Southwark, à Londres.

A quelque distance de Newcastle, sur les bords

du fleuve Tyne, j'ai visité une très-belle machine pour faire du papier d'une longueur indéfinie. Tout est mu par la pompe à feu; au haut de l'édifice, des ouvriers jettent sous des couteaux la matière première du papier; elle descend d'étage en étage, divisée, macérée, réduite en pâte, en liquide, et vient couler entre des cylindres de drap et sur des trémies qui la compriment, la sèchent, lui donnent de la consistance; et le papier sort avec une largeur et une épaisseur rigoureusement constantes. M. Didot, frère de nos célèbres imprimeurs, est l'inventeur de cette belle machine. Par quelle fatalité se fait-il que nos plus ingénieux mécaniciens vont ainsi porter chez l'étranger le trésor de leur industrie!

Non loin de la papeterie, on trouve une manufacture moins intéressante en elle-même, peut-être, mais qui l'était beaucoup plus pour moi, c'est une fabrique de goudron minéral. La matière brute de ce goudron, extraite, comme on sait, par la sublimation, passe dans des tonneaux qui représentent assez bien un grand appareil de Wolf. Ensuite on distille cette matière dans un grand alambic, pour en séparer la partie oléagineuse, par le moyen d'une douce chaleur. Cette huile sert à beaucoup d'usages. Quant au goudron, il reste pur et limpide au fond de l'alambic.

La fumée, dégagée par la sublimation, en

sortant des fourneaux est conduite par des tuyaux, à travers beaucoup de compartiments qui présentent une superficie totale extrêmement vaste. Cette fumée dépose sur ces parois un très-beau noir de bottes, d'une légèreté remarquable. C'est un produit bien médiocre en apparence, et pourtant il est d'un revenu très-lucratif, par l'immense consommation qui s'en fait dans la Grande-Bretagne et à l'étranger.

Lorsque j'ai passé à Newcastle, on m'a montré un très-beau service en vermeil, destiné, par les propriétaires des mines de charbon, à servir de gage de leur reconnaissance envers sir Humphrey Davy, pour sa lampe de sûreté, dont j'ai vu faire l'épreuve dans les mines. Depuis cette époque, et lors du passage de Davy à Newcastle, un comité présidé par un des plus célèbres membres du parlement (1), les possesseurs des mines et tous les citoyens les plus notables du comté, ont, au milieu d'une fête somptueuse, remis publiquement à Davy le présent qu'ils lui destinaient, et l'Angleterre entière a connu par la libre voie des papiers publics les détails de cette fête nationale. C'est ainsi qu'en accordant aux

(1) M. Lambton, gendre du comte Grey, ancien premier lord de l'amirauté, et l'un des orateurs les plus éloquents de la chambre des pairs.

travaux bienfaisants du génie de nobles et publiques récompenses, un peuple proclame à la fois son talent et sa vertu, et mérite que des découvertes nouvelles augmentent incessamment son industrie, sa richesse, sa puissance et sa gloire.

Après avoir quitté Newcastle pour me rendre à Edinburgh, j'ai passé à Berwick, où l'on construit une longue jetée pour diminuer les mauvais effets d'un barrage à l'embouchure du Tweed. On a jeté sur ce fleuve un pont en chaînes de fer, à ce que je crois d'après les projets de M. Telford.

Edinburgh et Leith qui en est le port, offrent une foule d'objets importans dans les sciences, les lettres et les arts. Edinburgh est l'Athènes du Nord, et le peuple écossais joint à l'urbanité des Grecs l'hospitalité des Arabes.

C'est un phénomène littéraire extrêmement remarquable et très-digne de l'attention des philosophes, que de voir à l'extrémité la plus reculée d'un grand empire et presque sous la zône glaciale, une ville, cessant d'être capitale, abandonnée à elle-même, s'élever par le génie de ses habitants, saisir le sceptre de l'histoire et de l'économie politique, produire des talents du premier ordre dans la minéralogie, la chimie, les sciences médicales et chirurgicales; et, non contente d'avoir tant de titres à recevoir des autres peuples les palmes de la célébrité, érigeant dans son sein

un tribunal littéraire qui fait pâlir le despotisme, et dont les arrêts suffisent à l'élévation et à la chute de mainte renommée européenne. Je reviens à mon sujet.

On crée dans le port de Leith des bassins, des formes de construction, des entrepôts, etc. Ces travaux sont plus remarquables par leur parfaite exécution que par leur grandeur, au point où l'on s'arrête maintenant.

Si l'on réalisait les projets que l'on avait formés il y a peu d'années, c'est-à-dire au moment où le commerce britannique était au faîte de sa prospérité, on ajouterait aux bassins flottants déjà faits ou près d'être achevés un nouveau bassin plus grand encore, et dont l'entrée, donnant dans une partie de la baie du Forth, profonde et sans barrage, permettrait à des vaisseaux d'une charge considérable de venir au port, même de basse mer. Je suis persuadé qu'à peine les Écossais cesseront de redouter la stagnation de leur prospérité commerciale, ils reprendront leurs projets d'agrandissement, et les poursuivront, à travers tous les obstacles, avec cette constance qui les caractérise.

M. Jardine, savant ingénieur civil, qui s'est montré très-libéral dans ses communications avec moi, m'a conduit dans le chantier d'une constructeur de navires marchands, à Leith, pour me

montrer l'application fort ingénieuse des routes en fer au lancement des vaisseaux. La route est en plan incliné et dirigée suivant la plus grande pente de la calle. Le berceau est un vaste charriot à petites roulettes; il sert également pour lancer les navires à la mer et pour les remonter sur la calle. Cette dernière opération, qui est la seule pénible, peut être faite avec cinq ou six hommes pour un bâtiment de deux à trois cents tonneaux.

J'ai visité un beau bateau à vapeur qu'on destinait à touer les bâtiments depuis Leith jusqu'à l'embouchure du grand canal qui débouche dans le Clyde auprès de Glascow. Il paraît que cette opération, qu'alors on n'avait point encore tentée, a parfaitement réussi.

J'ai traversé la baie du Firth, et visité le petit port de Kerkaldi. Non loin de là, est la belle terre de Raith, dont le possesseur, M. Fergusson, possède un magnifique cabinet de minéralogie. En quittant Raith, j'ai gagné les bords du Tay que j'ai passé pour me rendre à Dundée, où l'on creuse un nouveau port en partie excavé dans le rocher. M. Logan, l'ingénieur qui conduit ces travaux, et qui a été employé aussi à la construction du phare de Bell-Rock, m'a communiqué ses plans et toutes les connaissances pratiques qu'il possède, avec une libéralité que je ne saurais citer en lui donnant trop d'éloges.

De Dundée, je suis allé à Arbroath, en face du nouveau et célèbre phare de Bell-Rock. Les vents contraires et la violence de la mer ne permettaient pas d'aller immédiatement sur le rocher où ce phare est bâti, à douze milles au large. J'ai couché deux nuits dans une ferme, sur le bord de la côte, observant chaque soir l'intensité des feux du phare, et la distinction parfaite de leurs couleurs alternativement blanche et rouge.

J'ai été conduit à Bell-Rock, sur le navire des commissaires des phares du Nord. J'ai étudié la structure de ce phare, œuvre de M. Rennie, exécuté par les soins et sous la direction immédiate de M. Stevenson. J'ai particulièrement remarqué le mécanisme des lampes et la disposition des verres qui produisent des feux colorés.

Les gardiens du phare ont une bibliothèque peu nombreuse, mais composée de livres solides sur la littérature, la morale et les sciences naturelles; ils sont abonnés à l'un des journaux mensuels qui roulent sur ces objets. De simples manœuvres charment ainsi les loisirs de leur solitude, au milieu de la mer, en s'efforçant de suivre les progrès de la raison et de l'esprit humain. C'est par mainte observation locale de cette nature que j'ai pu me convaincre de la généralité des connaissances du peuple écossais. (*Voyez* la note à la fin de cette relation),

En continuant ma route vers le Nord, j'ai visité les ports de Montrose, de Bervie, de Stone-Haven et d'Aberdeen.

On a commencé d'immenses travaux pour faire d'Aberdeen un grand port de commerce; on a construit des jetées superbes à son entrée. Le fleuve Dée, forcé d'accélérer son cours entre ces digues artificielles, a presque détruit le barrage qui, il n'y a pas plus de vingt ans, ne permettait guère qu'à des barques d'arriver dans le port d'Aberdeen.

Les bassins flottants, projetés dans l'intérieur du port, sont abandonnés, parce que la compagnie qui les avait entrepris n'est pas assez riche pour les finir.

Lorsque j'ai passé à Aberdeen, j'y ai rencontré le docteur Olynthus Gregory, qui revenait des îles de Shetland, où il était allé joindre M. Biot et le capitaine Colby, pour continuer la triangulation de la Grande-Bretagne, et prolonger jusqu'à ce point vers le Nord, la mesure de la méridienne, étendue par les Français jusqu'aux îles Baléares vers le Sud. Le docteur Gregory m'a fait voir à l'université un Observatoire assez riche en instruments; et, si je ne me trompe, assez pauvre en observations. Une autre chose m'a beaucoup plus intéressé, parce qu'elle montre un talent et une vocation naturelles pour les sciences; le même

docteur m'a mené chez un marchand de cuir et de sabots, qui, dans les loisirs que lui laisse son humble négoce, fait des baromètres, des thermomètres, et de grands télescopes de réflexion qui m'ont paru très-parfaits; il peut à volonté les jucher hors de son toit, sur la plate-forme d'une petite guérite en bois, où l'on arrive par une lucarne. Là il fait voir aux curieux le soleil et la lune, aussi bien que dans un observatoire du premier ordre. Mais on conçoit que sur une base aussi chancelante que celle où les instruments sont de la sorte perchés, il serait impossible de faire les observations qui exigent la parfaite immobilité du sol.

En partant d'Aberdeen, je me suis enfoncé dans les montagnes de la haute Écosse jusqu'à l'embouchure du golfe Murray, où l'armée d'Agricola s'arrêta, rebutée par l'aspect des montagnes escarpées et des rochers de la côte opposée.

D'Inverness au fond du golfe Murray jusqu'à Fort Augustus, et de là jusqu'à Fort William, j'ai côtoyé le canal Calédonien; ouvrage immense qui permettra aux bâtiments de cinq à six cents tonneaux et aux frégates de passer de l'Océan Atlantique dans l'Océan Germanique, sans faire le tour dangereux du nord de l'Ecosse et des îles Orcades.

On manquait de bois pour la construction des portes d'écluse, on a fait leurs poteaux et tout le reste de leur membrure en fer coulé. J'ai examiné des portes qui pesaient jusqu'à vingt-six tonneaux, c'est-à-dire vingt-six mille kilogrammes; elles étaient ouvertes et fermées avec la plus grande facilité par deux hommes seulement. J'ai pris sur la structure de ces portes une foule de détails intéressants.

Qu'il me soit permis de citer ici quelques vers par lesquels on s'est efforcé de peindre ce que ces travaux ont de plus imposant et de plus remarquable.

J'ai vu, dans les déserts de la Calédonie,
Un canal des deux mers, fruit hardi du génie;
J'ai vu des lacs profonds bordés de rocs affreux,
Qui portent jusqu'au ciel leurs sommets sourcilleux.
De l'onde en ces prisons, vainement mugissante,
Le temps a fatigué la fureur impuissante,
Et, pour joindre ces lacs, ô triomphe des arts!
L'homme ouvre un lit aux eaux entre ces fiers remparts!....
C'est au sein du désert que l'homme opiniâtre
Vient combattre et dompter la nature marâtre.
S'il ne voit que la ronce en d'arides guérêts
Où jadis s'élevait le chêne des forêts,
Du chêne, en vain cherché pour son immense ouvrage,
Un fer imitateur prend la forme et l'usage.
Huit bassins enchaînés par neuf portes de fer
Semblent les creux paliers des grottes de l'enfer.

Mais le nocher, fidèle au dieu de sa fortune,
Leur donna le beau nom d'escaliers de Neptune.
Oui, Neptune lui-même, avec tous ses vassaux,
A la file guidant huit superbes vaisseaux,
Dans les flancs spacieux de ces marches humides,
Va descendre au palais de ses mers atlantides.
Ainsi la cour des dieux embellit les confins
Dont le barbare aspect repoussa les Romains.

En partant du fort William, où finit le canal Calédonien, et traversant de nouveau des chaînes de montagnes presque absolument arides et désertes, j'ai gagné les rivages du lac Lomond, puis le port de Dunbarton, et enfin Glascow.

Glascow est au nombre de ces villes qui montrent tout ce que peuvent produire l'activité, la persévérance et l'industrie. Dans l'espace d'un siècle seulement, elle a rendu dix fois plus considérable sa population, sa richesse, son commerce et ses manufactures.

Il est plus facile de visiter les établissements et les ateliers de Glascow, que ceux d'aucune autre ville de l'empire britannique. L'esprit libéral des habitants est, à cet égard, poussé aussi loin qu'il puisse l'être chez un peuple manufacturier, qui doit naturellement redouter et tenter de prévenir non-seulement la perte de sa prépondérance, mais toute concurrence étrangère.

Les riches habitants de Glascow ont fondé

l'institution andersonnienne, où l'on professe, dans les soirées de chaque hiver, les éléments de géométrie, de mécanique, de physique et de chimie appliqués aux arts. Ces cours sont spécialement destinés pour les jeunes artisans, qui n'ont à payer pour cela qu'environ six francs par saison. Une aussi faible rétribution est exigée afin de n'avoir que des étudiants mus par l'amour de l'instruction, et qui veuillent faire pour elle au moins un léger sacrifice.

L'institution Andersonnienne a produit des résultats étonnants. C'est une chose admirable que de voir aujourd'hui dans beaucoup d'ateliers de Glascow, de simples ouvriers posséder, et développer au besoin, les principes de leurs opérations et les moyens théoriques d'arriver aux résultats pratiques les plus parfaits possibles.

Le principal professeur de l'institution andersonnienne, le docteur Ure, connu par sa bienveillance pour les étrangers et surtout pour les Français, m'a conduit lui-même dans toutes les manufactures importantes, et dont un grand nombre sont aujourd'hui dirigées par ses élèves.

Si la naïveté des détails qui peignent l'esprit d'un peuple et les lumières des classes inférieures de la société n'alarment pas trop des auditeurs délicats, pour donner à ces auditeurs un exemple de l'instruction des simples artisans de Glascow,

je leur citerai deux frères boulangers qui, dans l'intervalle d'une cuisson à l'autre, s'occupent à faire des machines et des instruments de physique. Ils ont coulé, tourné, ajusté toutes les pièces d'une petite machine à vapeur, dont la modeste bouilloire chauffe à côté du four aux petits pâtés. La machine est du pouvoir d'environ deux hommes; les mouvements en sont ingénieux; elle sert à faire aller un tour en l'air, à l'aide duquel nos deux artistes tournent les métaux et façonnent des lentilles pour des instruments d'optique. Ils ont construit un petit appareil pour éclairer par le gaz leurs boutiques et leurs appartements. Les tuyaux qui transmettent le gaz ont des genoux flexibles qui permettent de transporter la lumière aux endroits où elle est momentanément nécessaire. Ces jeunes gens connaissent bien les principes physiques et mathématiques des instruments et des machines qu'ils construisent. Un jour ils quitteront leur profession pour cultiver, et j'ose le prédire, avec succès les sciences naturelles. Mais leur fortune dépend d'un oncle qui préfère de beaucoup la boulangerie et la pâtisserie à la gazométrie et à l'astronomie, et qui, jaloux du titre héréditaire de sa famille, veut transmettre à ses arrière-neveux le pétrin de ses ancêtres. Hélas! combien d'hommes sont parmi

nous, sans s'en douter, l'oncle des deux pâtissiers!....

On prépare à Glascow un immense appareil pour éclairer par le gaz toutes les rues de cette grande ville. Lors de mon passage en Écosse, les tuyaux de conduite étaient déjà fondus, et l'on travaillait à préparer l'emplacement du gazomètre et des fourneaux.

On a suivi, pour la conduite des eaux nécessaires à la consommation des habitants, un système que je n'ai vu mettre en pratique dans aucune autre ville. L'eau du Clyde, amenée par un canal souterrain au pied d'une pompe à vapeur, est d'abord élevée à quatre-vingts pieds au-dessus du niveau du fleuve et reçue dans un grand réservoir; de là, l'eau passe dans des conduits souterrains et qui sont dirigés parallèlement. Ces conduits présentent pour lit deux faces d'égale pente et pavées comme une rigole; elles sont recouvertes de grosses pierres formant arceau, et laissant entre elles des interstices que l'on n'a point remplis. De plus petites pierres sont posées irrégulièrement sur les premières, et enfin du sable couvre le tout. Parallèlement aux conduits ainsi formés et à l'aplomb du milieu de leurs intervalles, sont des fossés dans le sable. L'eau, descendue du réservoir dans les conduits tend à re-

monter à travers les grosses pierres, les petites et le sable, pour se mettre de niveau avec l'eau qui reste dans le réservoir : c'est ainsi qu'elle arrive dans les longs fossés parallèles, après avoir été parfaitement épurée. C'est, comme on voit, un filtre qui ne diffère de ceux de nos ménages ordinaires qu'en ce qu'il est préparé pour cent mille âmes. L'eau épurée se rend ensuite par des tuyaux ordinaires dans les diverses maisons de la ville, qu'elle fournit par des robinets jusqu'aux étages les plus élevés.

Un ouvrage qui contribue beaucoup à la prospérité de Glascow, c'est le grand canal des deux mers qui joint le Clyde, un peu au-dessus de cette ville, avec la baie du Forth, un peu au-dessus de Stirling.

J'ai été invité à visiter ce canal avec le conseil de la compagnie qui en est propriétaire. J'ai eu le plaisir de faire cette excursion instructive avec le célèbre J. Watt, ancien habitant et ingénieur civil de Glascow. Par une faveur trop peu méritée, la première classe de l'Institut de France me nomma son correspondant à la place même de M. Watt, lorsqu'elle l'eût nommé son associé étranger. J'ai dû à cet honneur et à l'indulgente recommandation de M. Berthollet, la connaissance et la bienveillance de M. Watt. C'est avec

un respect mêlé d'admiration que j'ai vu ce beau vieillard de quatre-vingt-trois ans, conservant la vigueur de son esprit aussi bien que sa force physique, et m'instruisant d'une foule de détails relatifs aux progrès de l'industrie anglaise, dont, plus qu'aucun autre inventeur, il accéléra la marche. C'est à M. Watt que l'Angleterre doit, en grande partie, l'immense accroissement de sa richesse depuis un demi-siècle.

Il m'invita à descendre de Glascow à Greenock sur le Clyde, en m'embarquant sur des bateaux à vapeur, et à lui faire part de mes observations, qui, disait-il, l'intéresseraient particulièrement, parce que son fils faisait alors en grand des expériences très-soignées sur le bateau à vapeur le *Calédonia*.

Naguère le Clyde n'était navigable jusqu'à Glascow que pour les plus petits bâtiments. Aujourd'hui des navires de cent cinquante tonneaux y remontent avec facilité. D'immenses chaussées ont donné à l'agriculture de vastes terrains, auparavant inondés chaque jour par les marées du fleuve; le lit, rendu plus étroit, est devenu plus profond; et des machines à curer, mues par la pompe à feu, ont achevé ce grand ouvrage dans les points où le cours naturel des eaux ne suffisait pas pour produire cet effet.

Je voudrais que l'exemple du Clyde et de Glascow conduisît aux mêmes efforts, et fit obtenir les mêmes résultats pour la Seine et pour Paris (1).

Chaque jour, seize bateaux à vapeur descendent et remontent le Clyde, de Glascow à Dumbarton, à Port-Glascow et à Greenock. Quelques-uns poussent beaucoup plus loin leur voyage; ils naviguent le long de la côte et dans les nombreux golfes circonvoisins. Ils vont ainsi jusqu'à cent vingt milles du point de départ : cette grande distance est parcourue en un jour.

En navigant sur les bateaux à vapeur et comparant les forces motrices avec la marche de deux bateaux partis en même temps et suivant la même route, j'ai tâché de saisir la loi mathématique du rapport de ces forces à la vitesse de ces bateaux. Le résultat auquel je suis arrivé s'est trouvé conforme à ceux obtenus par M. Watt.

J'ai pris des notes sur la dépense primitive et d'entretien, ainsi que sur la force et les dimen-

(1) On assure qu'en ce moment une pétition du commerce de Paris est adressée à la chambre des députés, afin d'obtenir de rendre la Seine navigable aux bâtiments de mer, depuis son embouchure jusqu'à Paris. On ne saurait trop applaudir au patriotisme éclairé d'une telle demande, et tout doit faire espérer qu'elle recevra l'accueil dont elle est digne.

sions des meilleurs bateaux à vapeur : elles pourront être utiles à l'industrie française qui ne paraît pas avoir encore obtenu dans ce genre de succès décisifs.

Port-Glascow est un vaste bassin quadrangulaire, contenant les grands bâtiments qui font le commerce des deux Indes, et qui tirent trop d'eau pour remonter jusqu'à Glascow. Ce port n'est guère qu'à trois milles au-dessus de Greenock, sur la rive gauche du Clyde.

A Greenock, le Clyde, extrêmement large, entouré de touts côtés par de hautes montagnes, offre une rade spacieuse, profonde et sûre. On améliore, on agrandit, et l'on renouvelle en quelque sorte les bassins de Greenock.

De Greenock à Port-Glascow, la côte est bordée de chantiers de construction.

A Greenock, j'ai visité une fabrique de câbles, ayant la pompe à feu pour moteur. Cette fabrication a lieu suivant les principes du capitaine Huddart ; mais elle est ici réduite à ses plus simples éléments, ce qui permet d'en mieux saisir le mécanisme.

Avant de quitter les environs de Glascow, j'avais surtout à cœur de visiter la fameuse fonderie de Carron, auprès de Stirling ; je voulais au moins tenter de la voir, car je savais qu'on n'y admettait que très-peu d'Anglais et point

d'étrangers. C'est ainsi que le prince Nicolas, malgré toutes les royales recommandations dont cette altesse était pourvue, n'avait pu obtenir d'y être admis. Quant à moi, j'étais modestement, mais chaudement recommandé comme un amateur, *un dilettante di belle cose*. J'ai subi préliminairement un interrogatoire en forme. — Êtes-vous négociant, fabricant, manufacturier? — Non, et pas même intéressé dans la moindre entreprise. — Dans quel but voyagez-vous? — En ami des sciences et des arts, pour mon instruction. — Laissez entrer ce gentleman.

Les travaux de Carron sont immenses, surtout pendant la guerre. On fabrique dans cette fonderie la presque totalité des bouches à feu de la marine anglaise, les boulets, les bombes, etc.

Les carronnades sont appelées de ce nom, parce que c'est à Carron qu'ont été fondues les premières pièces de ce genre.

Indépendamment de l'artillerie, j'ai vu beaucoup d'objets en fonte, aussi variés par leurs formes que par leurs usages, depuis ces vastes chaudières employées dans les colonies à la préparation du sucre, jusqu'à cette poterie légère et délicate qu'on façonne au tour avec une grande facilité, et qu'on n'a bien su faire jusqu'ici qu'avec du fer de la Grande-Bretagne.

J'ai remarqué aussi des objets de luxe, tels que

des poëles, des foyers, etc. ; ils sont embellis par des sculptures moulées avec une grande délicatesse d'exécution, et même avec assez de goût dans le dessin.

D'immenses soufflets cylindriques à réservoir d'air, pour rendre continue l'action du vent, m'ont paru très-dignes d'observation. Des machines à vapeur d'un grand pouvoir, des courants d'eau fort abondants en automne, en hiver et au printemps, sont les forces motrices employées pour exécuter les principales opérations.

La nature a placé les mines de fer et de charbon tout auprès de l'établissement. Ces matières premières sont amenées en partie sur des routes en fer, en partie sur le grand canal qui communique à la fonderie par un canal de dérivation. Les produits de la manufacture peuvent de la sorte, au moyen d'un très-court trajet, être transportés par eau, soit dans la mer Atlantique, soit dans l'Océan Germanique.

Pour éviter la navigation tortueuse du Clyde, au-dessous de Glascow, et surtout au-dessous de Greenock, où le fleuve débouche entre de hauts promontoires, le comte Églington a formé le projet de bâtir un port à Ardrossan, et de joindre ce port avec celui de Glascow, par un canal achevé déjà jusqu'à la ville de Pasley. Une partie de ces travaux est en pleine activité.

Une vaste baie qui présente la forme d'un croissant, offre à sa pointe septentrionale le port d'Ardrossan, et, à sa pointe méridionale, le port de Troon-Bay, destiné à l'exportation du charbon de terre.

Une route en fer de dix milles de longueur, amène le charbon des mines, depuis Kilmarnock jusque sur les vaisseaux de charge mouillés à Troon-Bay; ces bâtiments portent généralement leurs cargaisons en Irlande, où l'on n'exploite, pour ainsi dire, aucune mine de charbon de terre.

J'ai vu des diligences établies sur la route en fer de Kilmarnock à Troon-Bay; elles donnent l'idée d'une voiture nomade énorme, et pourtant traînée sans effort par un seul cheval.

J'ai visité le port d'Aire, qui, comme tous ceux placés à l'embouchure de quelque rivière, ne peut recevoir que des bâtiments d'un très-petit tirant d'eau, à moins qu'on n'en approfondisse l'entrée par d'immenses travaux; c'est ce qu'on n'a point encore fait pour Aire.

Après avoir examiné ces différents ports, j'ai pris la route d'Angleterre, et j'ai quitté l'Écosse, en traversant le fleuve Esk, pour me rendre à Carlisle.

Si j'avais pu, dans un aussi court exposé, donner seulement une idée générale de toutes les institutions, de tous les travaux entrepris depuis peu d'années pour la prospérité de l'Écosse, j'au-

rais présenté l'un des tableaux les plus faits pour exciter l'admiration de touts les hommes, et pour offrir un digne objet à la méditation des sages. Il est beau de voir un peuple pauvre employer son activité, sa constance et son génie à triompher d'une nature marâtre, à vaincre le climat, à rendre productive la stérilité même; et, songeant aux richesses de l'âme aussi-bien qu'à celles des sens, faire fleurir à la fois l'agriculture, le commerce et l'industrie, l'instruction, la morale et la liberté.

En parcourant la côte orientale de l'Angleterre, j'ai visité quelques-uns des ports, depuis Carlisle jusqu'à Liverpool. Ils sont presque abandonnés. Industrie, navires, capitaux, tout est venu s'engloutir à Liverpool, qui, pour cette vaste côte, est un centre unique d'attraction.

J'avais déjà visité et décrit Liverpool dans mon premier voyage. Je l'ai revu avec un nouvel intérêt. Après un an d'absence seulement, j'y ai trouvé mille choses nouvelles; des docks immenses à moitié faits il y a douze mois, et déjà terminés, pleins d'eau et couverts de navires; d'autres docks en construction; des quais, des édifices de tout genre s'élevant comme par enchantement; le commerce qui languissait naguère, fleurissant de nouveau : tel j'ai trouvé Liverpool lors de mon second voyage.

On prépare à Liverpool, comme à Glascow, un grand établissement pour éclairer toute la ville par la lumière du gaz. Les travaux sont beaucoup plus avancés à Liverpool.

J'ai visité de nouveau la grande manufacture de cordages, filés, tordus et commis par la force de la vapeur d'eau; d'autres corderies offrant des méchanismes patentés plus ou moins ingénieux; une belle manufacture de pompes à feu, à haute pression, etc.

J'ai passé et repassé le fleuve Mersey sur un bateau à vapeur fait dans un genre analogue aux pros doubles de l'Inde. Deux carènes égales, longues, étroites, dirigées parallèlement, mais à quelque distance l'une de l'autre, sont recouvertes par une large plate-forme qui porte la machine à vapeur. La roue à aubes agit sur l'eau ambiante entre les deux carènes; un gouvernail est établi vers chaque extrémité, afin de n'avoir pas à virer de bord pour suivre des routes opposées. Le tuyau par où s'échappe la fumée de la machine à vapeur, sert de mât au bâtiment, et peut au besoin porter une voile quarrée. La grande plate-forme qui constitue le pont du bateau, présente à son milieu une cabane pour les passagers, et une autre pour contenir la machine à vapeur. En avant, en arrière et sur les côtés de ces cabanes, la plate-forme est assez spacieuse

pour porter des moutons, des bœufs, des chevaux, des voitures, etc.

J'ai remonté le Mersey jusqu'à l'embouchure du canal du duc de Bridgewater. Cette embouchure présente trois bassins parallèles creusés à côté l'un de l'autre, mais en étage, et bordés de beaux magasins; puis une suite d'écluses gagnant le haut d'un coteau. Cet ensemble de travaux montre tout ce que peut la richesse, l'industrie et l'esprit d'entreprise d'un seul individu mû par un noble amour du bien public.

En quittant pour la dernière fois Liverpool, je me suis rendu à Chester, dont le commerce avec l'Irlande, autrefois très-florissant, est aujourd'hui presque anéanti par la redoutable concurrence dont j'ai déjà parlé. Les constructions navales du commerce, à Chester, ont acquis depuis longtemps beaucoup de réputation; il m'a semblé, par les bâtiments que j'ai visités sur les chantiers, que cette réputation était justement méritée.

Le palais de justice et la prison *panoptique* de Chester sont réunis dans un seul édifice qui, sans contredit, est le plus beau de ce genre qu'on puisse voir dans toute l'Europe. La distribution en est ingénieuse et pleine d'humanité; l'architecture en est aussi simple que majestueuse.

De Chester j'ai gagné le pays de Galles, pour visiter les aquéducs du canal d'Ellesmère. Le plus

important pour moi était l'aquéduc de Ponte-Cysilte, élevé de cent trente pieds au-dessus de la rivière torrentueuse qui coule dans la vallée de Llangollen. Cet aquéduc, sur une longueur de mille pieds, présente un canal aërien en fer battu, dans lequel naviguent les bateaux qui portent à Ellesmère le charbon et les produits des usines de la vallée de Llangollen.

Après une marche longue et pénible, je suis entré dans cette vallée, par un beau soir d'automne, presqu'au moment du coucher du soleil. Jamais spectacle plus imposant n'a frappé mes regards. Au milieu d'une végétation vigoureuse, et conservant encore toute sa fraîcheur, les feux des forges, des fours à chaux et des charbons réduits en *coaks*, élevant leurs tourbillons de flamme et de fumée. Des villages, des fabriques, des maisons de plaisance se déployant en amphithéâtre sur les flancs de la vallée. Dans le fond, un rapide torrent; par-dessus, le canal aquéduc offrant son enveloppe de fer, posée comme par enchantement sur de hauts et minces piliers de brique: et ce magnifique ouvrage, fruit de l'heureuse audace d'un de mes amis! Perdu dans la contemplation de ces beautés de l'art et de la nature, qui, par les dégradations d'une lumière mourante, variaient à chaque instant leur aspect, je suis resté comme en extase, jusqu'à ce

que la fin du crépuscule me forçât à m'éloigner pour chercher un asile à quelques milles de distance. Voilà ce que j'ai vu, ce que je ne puis rendre sans le dépouiller des charmes de la réalité, et qui, pourtant, fait encore battre mon cœur au souvenir des émotions que produisit en moi cet admirable paysage.

M. Telford, l'ingénieur qui a projeté et bâti l'aquéduc de Ponte-Cysilte, a bien voulu m'en donner les plans. Il m'a recommandé au directeur de la fonderie où l'on a fabriqué les élémens de l'aquéduc, ainsi que les pièces en fer des grandes portes d'écluse du canal calédonien. Dans cette fonderie, j'ai pris de nouveaux renseignements sur ces portes qu'on a trouvé le moyen de perfectionner, en les allégeant de six à huit tonneaux chacune, sans rien leur faire perdre en solidité.

En suivant la route d'Irlande, au bord de laquelle est situé l'aquéduc de Ponte-Cysilte, on passe sur un pont en fer coulé, d'une seule arche, fait avec beaucoup d'élégance et de légèreté. Ensuite on côtoie des mines d'ardoise, et les routes en fer qui conduisent de ces mines jusqu'à la mer. Cette exploitation me paraît être une des plus intéressantes en ce genre.

J'ai quitté le continent de l'Angleterre à Bangor, afin de passer dans l'île d'Anglesea, où il n'y

avait pour moi de remarquable que le port de Holy-Head.

Il y a quatre lignes principales de communication entre l'Irlande et la Grande-Bretagne ; au nord par l'Écosse, de Belfast à Port-Patrick; au sud, de Corck à Bristol, et de Waterford à Milford-Haven : enfin, au centre, de Dublin à Holy-Head. Cette dernière ligne est dans la route directe de Londres à Dublin : c'est celle que suivent toutes les dépêches du gouvernement, et pour cette raison la plus importante.

Indépendamment de ce genre d'utilité, Holy-Head est le point naturel de relâche des navires qui devant franchir le détroit du canal Saint-Georges, sont forcés de chercher un abri contre la violence ou la contrariété des vents.

On bâtit en avant de ce port un môle magnifique et d'une très-grande longueur. Grâce à cet abri, des vaisseaux de cinq à six cents tonneaux pourront entrer dans le port, de haute mer et de basse mer, aussi-bien par des vents du nord que par des vents du sud. Dans l'arrière-port, on doit construire de vastes bassins pour tenir à flot les bâtiments en relâche, et des formes de construction pour le radoub des navires qui auront éprouvé des avaries.

On passe de Holy-Head à Dublin sur des sloops grands, bien construits, bien gréés, enaménagés

avec toute la commodité et l'élégance que peut comporter ce genre de transports ; enfin, montés par des marins éprouvés, et commandés par d'anciens officiers de vaisseaux. A cela près, on écorche les voyageurs à bord, à terre, en embarquant et en débarquant.

Dublin, par sa population, sa grandeur, la beauté de ses édifices publics, la régularité de sa partie moderne, est une des villes les plus remarquables de l'empire britannique. Elle est située au fond d'une immense baie, sur les bords de la rivière Liffey, où les vaisseaux remontent et viennent mouiller, comme à Londres sur la Tamise, jusque dans le milieu de la ville. On a fait une jetée de plus d'un mille de longueur, pour prolonger, au milieu de la baie, la rive occidentale du Liffey.

En 1796, on a creusé de très-vastes bassins pour y tenir à flot les grands bâtimens de commerce. Malheureusement, l'entrée de ces bassins est précisément au confluent du Liffey, avec une autre petite rivière ; et l'effet de ce confluent est de former constamment un barrage qui empêche les navires de quelque grandeur d'entrer dans les bassins (1).

(1) Swift, doyen de la cathédrale de Dublin, prétendait qu'en Irlande on plaçait les édifices publics très-près, mais

On creuse de nouveaux docks auprès du magnifique édifice de la douane ; ils seront vastes et réguliers : on en a posé la première pierre dans l'été de 1817.

A l'extrémité septentrionale de la baie de Dublin, on a bâti sur le roc deux jetées qui embrassent un espace à peu près rectangulaire, et assez vaste pour contenir tous les paquebots nécessaires à la communication entre Dublin et Holy-Head. On approfondit le bassin, en faisant sauter le rocher sous l'eau par des mines faites avec le secours de la cloche à plongeur. L'entrée de ce nouveau port (le port de Hoothe) est indiqué par un phare à feux colorés, comme ceux de Bell-Rock. L'entreprise de ces travaux, dont la dépense est immense, comparativement aux services qu'ils doivent rendre, est, si je ne me trompe, une de ces opérations que les Irlandais appellent *Job* (1).

---

toujours à côté du lieu le plus convenable possible. Il semble qu'on ait voulu justifier ce sarcasme du célèbre satiriste, en fixant ainsi l'emplacement des anciens docks de Dublin.

(1) Pour se former une idée juste de la manière dont les travaux d'utilité publique sont ordonnés en Irlande, il faut jeter un coup d'œil sur la situation politique de ce malheureux pays. Il offre une idée qui surpasse encore celle que nous nous formons des provinces romaines au temps où l'empire tombait dans la barbarie. Un proconsul, un ques-

Un port qui sera beaucoup plus important que le Port-Job de Hoothe, est celui que l'on forme à Dunleary, dans la baie et en dehors du barrage, qui malheureusement obstrue l'entrée du Liffey. Des procédés employés pour charrier et décharger les blocs de granit qui servent à la construction des jetées sont très-dignes d'attention. Des navires de six cents tonneaux pourront, même de basse mer, entrer dans le port de Dunleary.

Pour compléter ce beau travail, et lui donner tout l'avantage dont il est susceptible, il faudra creuser un canal de quatre à cinq milles de lon-

---

teur, des licteurs et des exacteurs sont les délégués et les exécuteurs de l'autorité souveraine. Des légions distribuées en présides composent une armée permanente d'Occupation, à peu près sur le pied de quatre mille garnisaires par million d'asservis; ce qui ferait cent vingt mille Occupateurs pour trente millions d'Occupés. La caste privilégiée qui reconnaît les dieux de la métropole, jouit exclusivement du droit de cité. Seule elle peut entrer au sénat, siéger dans les tribunaux et commander dans les armées. Le reste de la population jouit du droit d'*existence*, quand les lois martiales ne sont pas proclamées. Les sénateurs irlandais qui votent avec le ministère, c'est-à-dire presque touts, reçoivent en récompense le patronage de leurs municipes respectifs; leurs créatures sont choisies pour les emplois subalternes, leurs intérêts sont religieusement consultés, et leurs passions généreusement secondées dans la décision

gueur, pour communiquer avec les docks du port de Dublin.

Mais ces travaux et les grands canaux qui traversent l'Irlande en différentes directions, sont en avant de la civilisation de ce pays. Il faut que l'industrie ait créé de la richesse, pour appeler les importations; et des produits variés, afin d'en former le retour des navires. Jusqu'ici ces produits se bornent aux fruits de la terre, aux troupeaux et aux toiles.

Le seul établissement de Dublin qui présente un caractère à la fois honorable pour l'humanité et l'industrie, c'est un immense séchoir, d'une disposition ingénieuse et économique. Là, moyen-

---

de toutes les questions d'administration intérieure, d'entreprises et de travaux publics. Aussi, ce qui se fait pour l'état au nom de l'intérêt général, est-il presque toujours dicté par quelque intérêt privé, et souvent tourne contre l'intérêt de la communauté. Toute opération de ce genre est un *job*. C'est l'œuvre des *jobbeurs*. Dès qu'il paraît un nouvel acte pour l'exécution d'un projet quelconque, les Irlandais ne s'occupent pas de voir si la chose est bonne en elle-même ou ne l'est pas; ils ont jugé d'avance que c'est un *job*, et la subtilité de leur esprit s'exerce seulement à deviner par quelles vues locales et par quelles menées secrètes l'œuvre d'iniquité s'est opérée. Quel pays que celui où la société, corrompue par un mauvais gouvernement, ne croit plus même à la vertu publique!

nant la rétribution la plus modique, les pauvres artisans sont admis à faire sécher leurs laines teintes, filées et dévidées en écheveaux, ou déployées en trame; leurs étoffes récemment fabriquées, etc. Dans un pays humide et froid, c'est pour la classe indigente un immense avantage que ce foyer général de chaleur préparé à si peu de frais pour ses travaux; et cet avantage tourne au profit de la société, en abaissant le prix des vêtements d'une nature indispensable dans les climats du nord.

Quoiqu'en Irlande les individus soient d'un commerce facile, et rangent l'hospitalité parmi les vertus que l'asservissement n'a pu leur enlever, cependant tous les établissements de Dublin sont marqués au sceau de l'illibéralité. Les règlemens en sont conçus pour être utiles au moindre nombre d'individus possible. Nul étranger n'est admis à jouir des dépôts scientifiques, ni à lire les écrits périodiques dans les grandes salles de lecture, fondées par association, ni à consulter les livres des bibliothéques. Dans la bibliothéque de l'université, que je visitais, introduit et conduit par un docteur de ladite université, et que je parcourais, suivant la règle, *en ne m'y arrêtant pas*, j'ai voulu m'approcher d'une fenêtre d'où l'on jouissait d'un assez bel aspect; mais le docteur qui m'accompagnait me retint : en sa

présence et en celle d'un huissier qui nous gardait à vue, il y aurait eu possibilité que je misse un livre dans ma poche..... Il y a des pays où l'on rend d'abord les hommes méprisables, afin d'avoir ensuite le droit de les traiter comme tels.

J'ai visité à Dublin les archives de l'Irlande; elles sont tenues dans un très-bon ordre. Le directeur de cet établissement, M. Shaw Mason, prépare une statistique générale de l'Irlande sur le même plan que celle compilée par sir John Sinclair pour les diverses parties de l'Écosse.

J'aurais beaucoup désiré parcourir l'Irlande comme j'ai parcouru la Grande-Bretagne; mais la saison étant extrêmement avancée; une chute grave, après m'avoir retenu un mois dans ma chambre, me permettait à peine de marcher. J'ai dû renoncer à de nouvelles excursions, et songer à mon retour. Je regrette surtout de n'avoir pas pu visiter, au sud, le port de Waterford où l'on exécute de grands travaux, sous la direction de M. Nimmo, savant ingénieur avec lequel je suis lié; au nord, Belfast et ses environs, peuplés par une colonie de l'Écosse, qui présente l'activité, l'énergie et la prospérité de la mère patrie.

J'ai regagné Londres sans m'arrêter, et je m'y suis occupé de l'achat de quelques produits d'art, dont l'introduction en France m'a paru d'un grand

intérêt ; ensuite, je n'ai plus songé qu'à mon départ.

Telle est l'indication trop succincte d'une partie des objets qui ont fixé mon attention pendant mon second voyage.

En vous parlant des établissemens remarquables que j'ai visités, et les louant avec une mesure que je cherche aussi peu à rapetisser qu'à magnifier, on aurait tort de croire que je me suis en aveugle abandonné à l'enthousiasme. Je ne me suis proposé d'avance ni d'exalter, ni de déprécier ; j'ai tâché de dépouiller mon jugement de l'influence de tout système, et de ne voir en chaque chose que la simple vérité. Je n'ai presque mis sous vos yeux, il est vrai, que des objets dignes de louange et d'admiration : cela tient à l'idée que je me suis formée d'un voyage scientifique. Si j'avais eu pour dessein de former un recueil de défauts, d'inepties et de ridicules, je n'aurais pas voulu passer les eaux à grands frais et avec tant de fatigues. J'aurais trouvé de tout cela sur le continent, et j'ai trouvé abondamment de tout cela par-delà la mer. Mais je n'en ai pris note que quand l'influence de ces travers, de ces faiblesses et de ces vices de l'esprit humain, pouvait avoir de fausses conséquences contre la force publique ou contre l'humanité ; et j'aurais rougi, je l'avoue,

pour le seul désir de paraître piquant, d'aller ramassant, avec petitesse et malignité, ce qui me paraissait être le rebut de la raison.

J'ai traité les hommes comme les choses. Je n'ai point été à la recherche et à la rencontre des ignorants, des sots et des méchants, pour signaler et stigmatiser leur caractère. Plus d'une fois je me suis vu par eux éconduit, déçu, repoussé; je n'en ai pas même conclu pour cela que l'on avait tort, et que j'avais raison. J'ai pensé tout simplement que si je m'y étais moins mal pris, j'aurais réussi.

D'un autre coté, tout homme est libre de communiquer ou de garder pour lui les trésors de son talent; et le voyageur qui demanderait ces richesses, en menaçant leur possesseur du poignard de la satire ou des verges du ridicule, ressemblerait un peu trop, ce me semble, à l'habitué des grands chemins, qui réclame impudemment la bourse ou la vie.

J'aime mieux arrêter ma pensée sur de nobles bienfaits, et sur la gratitude qu'ils m'inspirent. Dans mille endroits j'ai trouvé bienveillance, hospitalité; presque toujours libéralité dans les communications, particulièrement chez les ingénieurs et civils et militaires. Partout, des savants et des artistes m'ont honoré de quelque bienveillance, et quelques-uns de leur amitié. En gé-

néral, excepté dans Londres, et là même chez très-peu de personnes, je ne leur ai point trouvé cette hauteur froide et superbe qui repousse tout ce qui n'étant point déjà célèbre, ne peut pas être pour l'accueillant égoïste un levier de renommée.

Si les moyens de ma petite fortune eussent été moins bornés, ou si j'avais eu plus de réputation pour compenser moins d'opulence, j'aurais sans doute obtenu de plus grands résultats. Mais, resserré comme je l'étais dans une étroite sphère, j'ose croire avoir fait tout ce qu'un homme patient, actif, opiniâtre, pouvait faire. Je n'ai craint ni les démarches inutiles, ni les refus mortifiants, ni les recherches perdues, ni les fatigues sans résultat. J'allais pour tenter d'apprendre, et je n'eusse rien appris, si je n'eusse voulu tenter d'apprendre que certain du succès. Mais les hommes seulement ne m'ont pas donné des difficultés à vaincre; il m'a fallu lutter contre les obstacles de la nature. En parcourant des détroits orageux, des côtes difficiles, des contrées montueuses et sauvages, j'ai souffert toutes les intempéries d'une mer dure et d'un ciel affreux; la faim, la soif, les tempêtes et les blessures, et tout avec plaisir, dans l'espoir de rendre un jour ces maux utiles à ma patrie.

En terminant cette relation, je dois payer la

dette de ma reconnaissance aux Français que j'ai eu le bonheur de trouver dans les principales stations de mon voyage.

Grâce aux recommandations du consul général de France à Londres, M. le chevalier Séguier, qui m'a rendu mille autres services, les consuls de Dublin, de Liverpool et d'Édimburgh, MM. Romain, Masclet et Hugot, ainsi que leurs agents, m'ont prodigué leurs bons offices. M. Masclet a fait, sur ma description des travaux et des institutions de Liverpool, des notes qui me seront d'un grand secours, et qui ont redressé plusieurs erreurs de détail que j'avais involontairement commises.

Enfin, M. le marquis d'Osmond, ambassadeur de France en Angleterre, auquel j'ai dû, dans mon premier voyage, de pouvoir visiter les arsenaux militaires de la marine britannique, m'a continué sa bienveillance pendant mon second voyage, pour lequel même il a bien voulu solliciter la prolongation du congé dont je jouissais.

La relation de ce nouveau voyage sera conçue sur le plan que j'ai suivi dans la relation du premier. Un mémoire spécial fera connaître mes nouvelles observations sur les arts du génie militaire et de l'artillerie. Un second mémoire, ou plutôt un volume, offrira la description des tra-

vaux hydrauliques dans les ports que j'ai visités ; enfin, un autre volume présentera les résultats de mes recherches sur l'architecture navale de l'Angleterre.

Février 1818.

NOTE

Sur le phare de Bell-Rock, qui se rapporte à la page 63 *de la relation du second voyage*, etc.

Les gardiens du phare tiennent un registre où ils prient les personnes qui visitent cet édifice d'inscrire leurs noms, et d'y joindre quelque lignes contenant l'expression de leur pensée au sujet de ce bel édifice. Je n'ai trouvé de remarquable sur ce singulier album que six vers improvisés par le célèbre Walter Scott, lorsqu'il visita le phare de Bell-Rock. Walter Scott est, comme on sait, le Barde moderne de la Calédonie, et les plus beaux sites de cette contrée pittoresque doivent à son génie une célébrité que leur grandeur tempérée ou sauvage ne leur aurait jamais donnée. Voici les vers de Scott que l'on m'a permis de copier.

Far in the bosom of the deep
O'er the wild shelves my watch I keep.
A ruddy gem of changeful light
Bound on the dusky brow of night
The seaman bids my lustre hails
And scorns to strike his timorous sails.

Offrons une imitation très-libre de ces vers.

Au milieu des déserts de l'immense océan,
De perfides écueils formant sa large base,

Le phare, dans les cieux au loin resplendissant
Comme un astre immobile et qui change de phase,
Apparaît, disparaît, reparaît tour à tour;
Variant ses clartés comme l'astre du jour,
Tantôt verse à longs flots sa lumière argentine,
Puis de l'aurore il prend la teinte purpurine.
Protégé par ces feux, l'heureux navigateur,
Se jouant des périls que recèlent les ondes,
Vient raser les écueils, et même sans terreur,
Au lieu de s'éloigner vers les plaines profondes,
Cinglant à pleine voile au milieu de la nuit,
Des brisans sur les rocs, il entend le long bruit,

DESCRIPTION
DES SCULPTURES DU PUGET
QUI SE TROUVENT DANS L'ARSENAL DE TOULON.

VERS la fin de 1813, cette description fut présentée au contre-amiral l'Hermitte, avec un mémoire sur les moyens d'empêcher le dépérissement et d'assurer la conservation d'objets d'arts infiniment précieux. M. l'Hermitte, alors préfet maritime de Toulon, accueillit avec une extrême bienveillance les vues de l'auteur, lui fournit les moyens de les réaliser, et même agrandit un projet présenté d'abord sur des bases trop resserrées.

Lorsque nous donnerons la description du musée maritime de Toulon, nous dirons tout ce que cet établissement doit au général sous les auspices et par les ordres duquel il s'est formé.

La classe des beaux-arts de l'Institut royal de France, en rendant compte, le 1^er^. octobre 1814, de ses travaux depuis septembre 1813, a donné les encouragements les plus indulgents à nos premiers efforts et à la description suivante.

GRANDE GALÈRE AMIRALE DE LOUIS XIV.

Parmi les morceaux précieux conservés dans l'atelier de sculpture de l'arsenal, il faut mettre au premier rang les bas-reliefs et les statues ou termes de la grande galère amirale, qui fut construite sous le règne de Louis XIV. Nous allons essayer de donner leur description.

La poupe de la galère était décorée par quatre bas-reliefs presque relevés en ronde bosse; ils sont de la composition du Puget, célèbre sculpteur français et fondateur de l'école de sculpture navale dans l'arsenal de Toulon (1).

Dans ces divers bas-reliefs, l'artiste a voulu représenter les quatre points cardinaux, les quatre parties du jour, et les quatre saisons de l'année.

Avant de décrire les allégories que le sculpteur a su rendre, il faut nous rappeler que Louis XIV dans le faste d'un fol orgueil, avait pris le soleil pour son emblème : c'est le cours de cet astre qui doit représenter les périodes de la gloire du monarque.

Dans la partie de la poupe, appelée proprement le tableau d'arrière, était placé un soubassement dont nous parlerons bientôt, et un bas-

(1) C'est à Toulon que le Puget a fait le Milon de Crotone, et plusieurs autres morceaux célèbres.

relief en ovale, ayant plus de quatre mètres de longueur sur deux mètres et quart de hauteur.

Ici, comme dans tout le reste de la composition, le soleil est personnifié sous les traits d'Apollon, dieu du génie et des beaux-arts. Le dieu du jour est assis sur son char, son front est couronné de rayons et de lauriers, sa main gauche soutient une lyre, sa droite s'élève vers le ciel, et sa figure est inspirée : elle est pleine de majesté.

Cependant des génies déploient dans les airs une banderole qui porte la devise orgueilleuse de Louis : *Nec pluribus impar.*

A droite, Jupiter balance ses foudres ; son aigle, reposé près de lui, regarde avec fierté les lieux où les traits du dieu semblent se diriger.

Au-dessous, on voit Cybèle, la tête ceinte de sa couronne de créneaux ; elle tient d'une main sa corne d'abondance, d'où les fruits de la terre semblent prêts à tomber ; elle s'appuie sur le lion qui lui sert d'emblème.

A gauche d'Apollon et des génies qui soutiennent la légende, on reconnaît Junon au paon qui l'accompagne, et qui rappelle son faste et sa fierté.

Plus bas est Neptune, il tient d'une main son trident, et de l'autre une couronne de lauriers ;

c'est l'emblème de la marine triomphante dans les beaux jours de Louis XIV.

Dans cette composition, l'artiste a voulu représenter aussi le milieu du jour et l'été. Il est midi, parce que le char du soleil est au plus haut de sa course ; on reconnaît l'été aux trois signes de cette saison, l'écrevisse, le lion et la vierge.

Enfin, au-dessous de ce premier quart du zodiaque, se trouve le globe de la terre, entouré par deux génies qui tiennent en leurs mains des palmes, symboles de victoire.

Au-dessous de la composition que nous venons de décrire, un second bas-relief était placé dans la partie qu'on appelle la voûte du tableau. Il présente, en effet, deux cintres différents ; l'un en saillie, qui règne de la droite à la gauche ; l'autre en creux, qui se dirige du haut en bas (1). Telle était aussi la forme de la partie de la galère où l'on avait placé ce bas-relief, qui a deux mètres de long sur huit décimètres de hauteur.

Il représente à la fois la nuit, l'hiver et le nord. Les étoiles brillent dans le ciel ; une femme couverte d'une épaisse et large draperie, se chauffe auprès d'un brasier ; un arc renversé montre les signes de l'hiver, le capricorne, le verseau et les

(1) Ce dernier est à peine sensible.

poissons. Enfin, un guerrier recouvert de sa cuirasse est muni d'armes offensives; l'étoile polaire est placée au-dessus de son casque : c'est un enfant du nord. On remarque aussi plusieurs figures secondaires; elles représentent les vents qui soufflent les frimats sur la terre.

On conçoit que ce sujet est celui qui prêtait le moins à d'heureux développements; il n'en est pas de même des deux qui nous restent encore à décrire. On retrouve je ne sais quoi d'homérique dans leur belle et grande conception. Tout y décèle l'imagination forte du Puget, qui, comme Michel-Ange, auquel il a mérité d'être comparé, trouvant son génie trop resserré dans les bornes d'un seul art, fut à la fois peintre habile, grand architecte et sculpteur inimitable.

Les deux côtés de la partie de la poupe, où se trouvait le logement de l'amiral, étaient ornés par deux bas-reliefs ayant chacun cinq mètres de long sur un mètre de haut.

Celui de bâbord, ou du côté gauche, représente l'orient, le matin et le printemps. Le char du soleil est encore au bas de sa route étoilée, et les signes qui la figurent sont le belier, le taureau et les gémeaux, les trois signes du printemps.

L'aurore dissipe d'une main les ombres de la nuit, de l'autre elle répand des fleurs sur la route du soleil. Les enfants du génie saluent l'aurore de

leurs concerts. On reconnaît au-dessous de la déesse, la musique, la peinture, la sculpture et l'architecture. A la présence du soleil, elles s'animent et figurent les travaux qui commencent. Voilà peut-être l'une des allégories les plus heureuses qu'on ait encore imaginées pour rappeler le progrès des beaux-arts qui naissaient en effet dans la France, à la voix toute-puissante de Louis.

Dans la partie gauche du tableau, les heures impatientes ont attelé les coursiers d'Apollon; elles l'invitent à partir, et déjà leurs mains empressées ont saisi son arc et sa lyre. En vain Thétis cherche à le retenir encore, et l'implore dans une attitude pleine d'entraînement et d'abandon; en vain les nymphes de Thétis, groupées autour de la déesse, élèvent ses présens vers le dieu de qui le monde attend le retour de la lumière : c'en est fait, il va voler sur son char.

Le bas-relief du côté droit représente l'occident, le soir et l'automne. Ici l'arc du zodiaque ne s'élève plus à partir du char du soleil, il descend. Les chevaux d'Apollon se précipitent dans l'océan; ils vont dépasser la balance, le scorpion et le sagittaire, les trois signes de l'automne.

Bientôt le jour va finir. On voit Thétis assise sur une vaste coquille qui flotte au milieu des eaux; elle est entourée de ses tritons; elle regarde le soleil, et ses mains étendues lui mon-

trent les trésors de la mer : des perles et des coraux, symboles de la candide innocence et de la rougissante pudeur.

Ici la pose de Thétis est plus gracieuse que celle du bas-relief précédent. Thétis perdait celui qu'elle aime, et elle va le retrouver. Ah ! c'est que le bonheur de l'amour répand sur la beauté même un charme inexprimable, et qui n'appartient qu'à lui seul.

Apollon, assis sur son char, repose encore ses yeux sur la terre qu'il va cesser d'éclairer. Elle est représentée par quatre fleuves ; et comme les moindres détails décèlent toujours quelques pensées dans les compositions des grands maîtres, on remarque, dans un coin du tableau, des chiens poursuivant un cerf, parce que la chasse est surtout un des plaisirs de l'automne, et rappelle aussi l'idée de la terre.

Aux deux angles du tableau de l'arrière étaient placés des tritons et des renommées, dans la pose de véritables termes, et de manière à figurer à la fois avec les bas-reliefs de l'arrière et ceux des côtés.

Au bas étaient les tritons qui soufflent dans leurs conques marines, et dans la partie supérieure les deux renommées dont les trompettes s'élèvent vers le ciel ; ainsi, la gloire de Louis était portée dans les airs et sur les mers.

Ces quatre statues sont d'un grand caractère : les deux femmes qui représentent les renommées, sont au-dessus de la stature ordinaire et dans la force de la virilité ; leur beau corps est revêtu d'une cuirasse flexible, dont les ondulations suivent les formes de la nature ; enfin leur attitude est pleine de grâce et de noblesse.

Les deux tritons, quoique d'une nature idéale, l'emportent encore sur les renommées. La manière large et savante dont ils sont dessinés, cette force de vie qui les anime, et le sentiment qui semble agiter jusqu'à leur moindre muscle, rappellent le chef-d'œuvre de Saint-Sébastien, que le Puget exécuta pour l'église de Carignan à Gènes. Car les deux tritons, ainsi que les deux renommées, sont entièrement de la main de cet artiste célèbre.

Les renommées étaient peintes en gris de perle, et les tritons en couleur plus foncée ; mais les quatre bas-reliefs étaient entièrement dorés, et avec tant de soin, qu'après cent cinquante ans de durée, et malgré l'action si puissante de l'air marin, cette dorure est encore très-bien conservée partout où il n'y a pas eu de fractures causées par quelque accident.

Peut-être aimera-t-on maintenant à se former une idée d'un genre de bâtiments pour lesquels

on exécutait avec tant de magnificence, des ornements d'une aussi grande perfection.

Dans le XVII^e^. siècle, un navire tel qu'était la galère amirale de Louis XIV, avait plus de longueur qu'un vaisseau de soixante-quatorze canons. Sa carène était aussi fine, et sa partie hors de l'eau était aussi svelte que les parties correspondantes des vaisseaux étaient alors massives et mal combinées.

Qu'on se figure une galère du premier rang, unissant la force à la légèreté, la grandeur des dimensions à la simplicité des formes, la richesse à l'élégance; armée des deux côtés d'un triple rang de rameurs (1) qui frappaient la mer de leur cent avirons; tandis que des voiles triangulaires peu nombreuses, mais bien disposées, allaient chercher au plus haut des airs la moindre brise de vent. Chacune d'elles était portée par son antenne; de l'extrémité la plus élevée de chaque antenne, pendait un guidon à deux pointes qui, dans les calmes, descendait jusqu'à la mer, et, quand le vent enflait les voiles, flottait en formant mille courbures variées. Telles étaient les bannières des commandeurs. Près de chaque avi-

(1) Pour chaque aviron, trois rameurs étaient tournés vers l'avant et trois vers l'arrière, ce qui faisait six rameurs par aviron; il y en avait même quelquefois sept.

ron s'élevait un bâton doré, fixé sur le bord et portant un pavillon dont la figure et les couleurs étaient uniformes depuis la poupe jusqu'à la proue. On eût dit qu'un de ces brillans escadrons formés près des bords de la Vistule et du Niéper, avait planté ses lances ailées sur les murailles de la citadelle flottante.

Le dehors du navire était d'un bleu d'azur parsemé de fleurs de lis sculptées en relief et recouvertes d'or. Pour couronner ce riche fond, des coquillages et des fleurs entrelacées formaient une guirlande semblablement sculptée et soutenue par des génies. Qu'on se figure, aux jours de fête et d'apparat, ces pavois de pourpre déployés suivant les contours du navire, et mariant leurs éclatantes couleurs, leurs festons immobiles, avec les formes ondoyantes et la blancheur éblouissante des voiles et des bannières; qu'on se figure surtout cette poupe, sanctuaire de l'autorité suprême, cette habitation de l'amiral, décorée par tous les chefs-d'œuvre que nous avons décrits, surmontée d'un vaste dais formé par un drap d'or, bordé de franges et relevé par des cordons, des glands de même métal. Alors, on aura l'idée de la magnificence et de la beauté d'un ordre de bâtiments qui rappelait les marines de Tyr, d'Athènes, de Rome et de Carthage; qui paraissait spécialement convenir aux parages de la Mé-

diterranée ; qui, depuis plusieurs siècles enfin, assurait à l'Europe civilisée la tranquillité de cette mer, et qui, pendant tout ce temps, avait été la terreur des peuples barbares, et la gloire des chevaliers chrétiens.

SECONDE GALÈRE AMIRALE.

Les sculptures de la seconde galère n'offrent pas, comme celles de la première, un seul et même sujet développé sous ses divers aspects, et complétant une grande pensée. Mais ces sculptures ont d'autres avantages ; les bas-reliefs de tribord et de bâbord sont exécutés avec encore plus de finesse, de grâce et d'élégance que ceux de la première galère ; et chaque composition en particulier satisfait pleinement l'esprit parce qu'elle offre à l'imagination d'heureuses et brillantes allégories.

Tableau d'arrière. Au milieu d'un grand et riche trophée d'armes, Persée, protégé de Minerve, foule aux pieds le corps de Méduse. Déjà le glaive du guerrier est levé pour couper la tête fatale, caractérisée par des serpens entrelacés dans ses cheveux. De sa main gauche, Persée soutient et présente la redoutable Ægide, sur laquelle l'artiste adulateur a figuré le soleil, emblème de Louis XIV. A cet aspect, la tête de Méduse,

symbole de l'envie, semble expirer au milieu d'efforts convulsifs.

A droite et à gauche de Persée, on voit des enseignes telles qu'on les portait dans les armées romaines : c'est une lance à laquelle sont fixés des médaillons quarrés ou circulaires. Dans l'un des médaillons est sculpté le buste de Louis XIV ; dans l'autre, celui du dauphin son fils.

Indépendamment de ces anachronismes, on remarque, dans ces bas-reliefs, un mélange des armes et des costumes de la Grèce, de Rome et des temps chevaleresques, qui me semble pécher contre le goût. Néanmoins l'ensemble de la composition est grandiose et plein d'effet.

Bas relief de babord. Il offre la France sous le règne de Louis XIV, créant la marine, protégeant le commerce et recevant les hommages des quatre parties du monde. Tout-à-fait à droite du bas-relief, une jeune femme portant la cuirasse antique, le casque et le cothurne, tient d'une main un bouclier aux armes de France, et, de l'autre, le sceptre des lis; elle est assise sur son trône ; les croix des ordres du Saint-Esprit et de Saint-Louis sont déposées à ses pieds ; un enfant ailé, debout derrière elle, porte en sa main la couronne royale. Cette femme et cet enfant, c'est la France et son Génie.

Auprès du trône on reconnaît l'Europe, sous les traits d'une femme majestueuse, vêtue d'une toge qui descend à longs plis jusqu'à ses pieds. Une couronne ouverte est sur sa tête; la corne d'abondance et le sceptre sont dans ses mains; une couronne de fleurs, un vase symbole des dons de Bacchus, une main de justice, semblent être les heureux présens de l'Europe. N'oublions pas le cheval belliqueux, qui, derrière elle, relève avec fierté sa tête, comme pour rendre hommage à notre gloire militaire.

L'Asie vient immédiatement après l'Europe; elle n'a d'autre parure qu'une gemme dans ses cheveux, et qu'une courte tunique retenue mollement par une large ceinture. L'encensoir à la main, le dromadaire à sa suite, elle apporte les parfums de l'Orient.

L'Afrique à genoux et sous la figure fortement caractérisée d'un nègre, tient en ses mains des épis de blé; le crocodile et le serpent à sonnettes rampent auprès d'elle. Ils concourent, avec les premiers emblèmes, à rappeler les arides déserts de la Mauritanie, et les fertiles contrées de l'Égypte.

Enfin vient l'Amérique; elle est parée de plumes, à la manière des Sauvages. C'est une femme à la taille légère; elle porte l'arc, la flèche et le carquois, comme les nymphes chasseresses.

Derrière elle un jeune maure est debout auprès d'un éléphant qu'il semble conduire.

Tout-à-fait à gauche de ces groupes, un navire de forme antique vient d'accoster auprès du rivage. Il est suivi par un dauphin sur lequel est assis un jeune enfant qui célèbre avec sa conque marine le spectacle offert à nos regards. Le dauphin devance un monstre marin, sur la tête duquel est fixé le point d'une voile enflée par les vents.

Sur le flanc du navire, Neptune est représenté montant un cheval marin ; de jeunes tritons annoncent par leurs chants la présence du dieu des mers.

Mercure vole dans les airs, il étend le caducée de la paix et de l'industrie sur le navire d'où sortent les nombreux tributs du commerce. Ces tributs sont débarqués par un marin courbé sous leur poids.

Telle est cette grande et magnifique composition.

Bas-relief de l'aile de tribord. Ce bas-relief, qui fait pendant à celui que nous venons de décrire, présente une scène non moins imposante et non moins belle. Minerve est au milieu des arts, des sciences et des lettres. Assise sur son trône, au milieu des muses et des génies qui for-

ment sa cour immortelle, elle s'appuie de la gauche sur sa lance et son bouclier, chargé des chiffres de Louis. De sa main droite, la déesse montre un génie ailé qui porte dans les cieux un médaillon où l'on voit le soleil éclairant le globe de la terre.

Auprès de Minerve de jeunes enfants copient ce médaillon : ce sont les arts du dessin. Mais déjà la peinture a saisi sa palette et ses pinceaux; elle regarde la déesse, et semble puiser l'inspiration à cette vue. La sculpture, assise sur un chapiteau composite, offre à la fille de Jupiter le buste de Louis couronné de lauriers. Plus loin sont deux femmes dont l'une mesure de son compas la base d'une colonne, et dont l'autre tient la règle et l'équerre; elles représentent l'architecture et la géométrie.

Tout ce groupe est à droite de Minerve. A gauche une femme tient un luth qu'elle fait résonner sous ses doigts délicats, tandis que le génie de la musique, un cahier d'une main, de l'autre le bâton de la mesure, semble unir sa voix aux accords de la muse Euterpe. Derrière ce groupe, une femme montre à cette muse l'emblème que ses compagnes se sont efforcé de reproduire sous leurs ciseaux, leurs crayons ou leurs pinceaux. Plus haut, un génie s'élève dans les airs, et vient apporter des palmes à Minerve.

Enfin, tout-à-fait à gauche de Minerve, trois femmes sont groupées autour d'une sphère céleste ; Uranie tient son compas, et la muse de l'histoire écrit sur ses tablettes le nom de la Vierge, constellation sous laquelle, sans doute, était né Louis XIV. Vers chaque extrémité du bas-relief s'élève, dans une seconde ligne, un palmier, symbole de l'immortalité.

EXTRAIT

Du compte rendu sur les travaux de la Classe des Beaux-Arts de l'Institut de France, depuis le mois d'octobre 1813, *jusqu'au mois d'octobre* 1814, *par M.* Lebreton, *secrétaire perpétuel de cette classe.*

Séance publique du 1^er^. octobre 1814.

Monsieur Charles Dupin, capitaine du génie maritime, associé étranger de l'Institut royal de Naples, de l'académie des sciences de Turin, et de celle de Corcyre, nous a adressé une description animée des sculptures du Puget qui se trouvent dans l'arsenal de Toulon, et de la magnifique galère amirale de Louis XIV.

L'auteur, dans un second mémoire, manuscrit comme le premier, propose des moyens de conservation pour les objets précieux contenus dans l'atelier de sculpture de l'arsenal de Toulon, et de les rendre plus utiles au progrès de cette application de l'art statuaire aux vaisseaux français.

Sous ce double point de vue, la classe ne peut qu'approuver le zèle de M. Charles Dupin, et désire, comme lui, que tous les objets sculptés par le Puget, ou d'après ses dessins et sa direction soient conservés religieusement pour l'art, et

comme des monuments d'un grand siècle; elle ne peut que gémir avec l'auteur de les savoir répandus ça et là, dans un atelier trop peu vaste, encombré d'autres objets, où ils sont exposés d'ailleurs à être plus ou moins mutilés, et même à être détruits.

En les réunissant et les classant dans un lieu convenable, ils y formeraient une collection à la fois monumentale et instructive, qui s'accroîtrait des morceaux analogues, dignes d'être recueillis à côté d'eux, pour servir de modèle et d'objet d'instruction aux jeunes artistes qui se destinent à ce genre. On ne peut que féliciter M. Dupin de la sollicitude éclairée qu'il montre pour préserver des objets d'un grand prix aux yeux de l'art, et pour conserver à la France un genre de supériorité qu'aucune nation ne peut lui disputer.

EXTRAIT

Du compte rendu sur les travaux de la Classe des Beaux-Arts de l'Institut de France, depuis le mois d'octobre 1814 jusqu'au mois d'octobre 1815.

Séance publique du 28 octobre 1815.

Monsieur Dupin, capitaine du génie maritime, et correspondant de la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, avait beaucoup intéressé la classe des beaux-arts, l'année dernière, par le zèle et l'amour éclairé avec lequel il a décrit l'état des monuments de sculpture du Puget qui existent dans l'arsenal de Toulon, et par les soins qu'il a mis à les rassembler pour servir de modèle à l'instruction, et pour les conserver. Nous nous empressâmes de rendre justice à ses bonnes intentions et à un commencement d'exécution de ses vues.

Il nous a instruits, cette année, par un second Mémoire (1), des progrès de l'institution qu'il provoqua, et des sages encouragements qu'il a trouvés dans le contre-amiral L'Hermitte. Ce n'était plus un projet, c'était un établissement vraiment

(1) C'est le Mémoire qui suit cet extrait.

utile, auquel la classe applaudit, en conseillant toutefois de laisser les sculptures du Puget dans l'état où elles existent, se contentant de moyens conservateurs, au lieu des restaurations qui auraient, sans aucun avantage, le grave inconvénient d'altérer une originalité précieuse. M. Dupin a senti la justesse de cette opinion ; ce qui achève de nous persuader que ses vues sont saines et éclairées, comme nous sommes convaincus qu'elles seront très-avantageuses dans leur entière exécution.

DESCRIPTION

Du Musée maritime établi dans l'arsenal de Toulon, d'après les ordres du préfet maritime contre-amiral L'Hermitte, *par Charles* Dupin, *capitaine au corps du génie maritime, etc.*

Lue à la classe des Beaux-Arts de l'Institut de France, le 10 juin 1815.

Vers la fin de 1813, je présentai au contre-amiral L'Hermitte, préfet maritime de l'arrondissement de Toulon, une description de plusieurs chefs-d'œuvre du Puget, déposés, et pour ainsi dire abandonnés dans l'atelier de sculpture navale de Toulon. A cette description était joint un mémoire où je faisais connaître quelques idées sur les moyens de conserver ces précieux objets d'art, et de perfectionner l'étude ainsi que la pratique de la sculpture navale.

Ces deux manuscrits sont ceux qui ont paru exciter l'intérêt de la classe des beaux-arts, et dont M. Lebreton, secrétaire perpétuel, a rendu compte, en octobre dernier, d'une manière infiniment trop indulgente.

Le général L'Hermitte, auquel l'arsenal de Toulon doit la création de plusieurs établisse-

ments utiles et la restauration de plusieurs beaux monuments, s'empressa d'accueillir les moyens conservateurs dont je lui soumettais le projet ; il ne fut retardé dans l'exécution que par les événements extraordinaires qui bientôt après suspendirent le cours des paisibles travaux des arts.

Par un arrêté du 3 septembre 1814, le préfet maritime décida :

1°. Qu'un établissement unique serait désormais le dépôt de tous les objets précieux de sculpture et d'architecture navales, déposés dans les cabinets ou relégués dans les magasins de l'arsenal de Toulon ;

2°. Qu'un local en partie occupé par des ateliers surnuméraires et mal situés, serait consacré à cet établissement et à ses dépendances ;

3°. Que le capitaine du génie maritime, Charles Dupin, serait chargé de suivre ce plan, et d'en diriger l'exécution.

J'obtins, quelque temps après, que l'établissement porterait le nom de *Musée maritime ;* qu'on y joindrait une bibliothèque dont le local serait pris sur l'atelier adjacent de la sculpture ; enfin, qu'on établirait à l'extrémité du même atelier, une école de sculpture navale et de dessin.

Voilà quels sont les établissements dont je vais essayer de donner une idée, dans l'état où ils se trouvent maintenant, et dans l'état où je pense

qu'il serait possible de les porter par des améliorations faciles et peu dispendieuses.

D'après le projet que j'avais fait adopter, on entrait d'abord dans l'atelier des modèles d'architecture navale, puis dans le musée maritime, qui seul occupe trois salles réunies par des arcades à jour ; ensuite dans la bibliothéque ; de là dans l'atelier de sculpture, et enfin dans l'école consacrée à l'étude de cet art. Cet atelier et cette école avaient d'ailleurs leur sortie particulière, indépendante des autres établissements : c'était même par cette entrée qu'on devait introduire les personnes qui visitent l'arsenal, afin de leur offrir un coup d'œil plus satisfaisant.

Tous ces établissements sont placés dans une suite de salles contiguës, séparées par des arcades qu'on s'est enfin décidé à rendre d'égale grandeur : au centre de ces arcades, une seule enfilade de portes devait être alignée sur l'axe commun de toutes les salles.

Cette disposition simple et facilement saisie par la vue, eût offert un aspect digne des arts ainsi rassemblés sous un même toit, comme les enfants unis de muses inséparables.

Malgré mes efforts, mes sollicitations, et je dirais presque mes supplications, on a détruit la simplicité de cette ordonnance ; on a cru devoir aussi mettre la bibliothéque à la place de l'atelier

des modèles, et cet atelier à la place de la bibliothéque; mais le nombre et l'ensemble des établissements est resté tel que je l'avais projeté.

De la Bibliothéque.

Jusqu'ici la marine de Toulon n'a pas eu de bibliothéque, malgré le besoin qui s'en faisait sentir, à chaque instant, pour toutes les classes d'officiers employés dans ce grand arsenal.

Celle que l'on va former maintenant devra quelque jour réunir tous les écrits importants publiés sur les arts de la marine; les ouvrages de sciences physiques ou mathématiques, nécessaires à consulter lorsqu'on veut appliquer ces sciences à l'exercice de ces arts, et surtout à leur progrès; les collections de cartes et de voyages intéressants pour la navigation, etc.

Le noyau de cette bibliothéque est formé par le dépôt de livres qui se trouve à l'hôtel de la préfecture. Les bienfaits du ministère et des autorités locales, les hommages des auteurs, les présents des amis de la science et des arts de la marine, enrichiront cette bibliothéque, et pourront la rendre aussi belle que celle de Brest, qui, dans son origine, n'était ni plus nombreuse, ni mieux composée que ne l'est aujourd'hui celle de Toulon (1).

(1) Tout autour de la salle, de larges buffets vitrés contien-

Du Musée.

De la bibliothéque, ainsi que nous l'avons déjà dit, on entre immédiatement dans le musée par une porte qui ne correspond plus avec la première.

Tous les arts de la marine doivent apporter leur tribut au musée ; cet établissement doit être le dépôt des types ou modèles, soit de leurs matières premières, soit de leurs instruments, de leurs outils et de leurs machines, soit de leurs produits.

L'ensemble des collections relatives à ces divers arts doit être *une encyclopédie de marine en relief.*

Sans doute le musée maritime de Toulon est loin de présenter encore un ensemble aussi vaste que celui dont nous donnons l'idée ; mais, dès sa fondation, ce musée a trouvé des ressources inespérées ; il est beaucoup plus riche qu'on n'eût osé se le promettre avant d'avoir visité, comme nous l'avons fait, jusqu'aux derniers réduits de l'arsenal, afin d'y retrouver une foule d'objets in-

---

dront les atlas, les in-folios, les grandes gravures et les dessins, les plans des vaisseaux, etc. Ces buffets doivent porter les rayons de la bibliothèque, qui s'élèvent jusqu'au plafond.

téressants qui, par leur peu de volume, échappaient à la vue, ou, par leur vétusté, par la poussière qui ternissait leur éclat, ne tentaient point les regards et la cupidité. Il devient chaque jour plus complet; et, dans peu d'années, il sera digne des vues que le gouvernement annonce avoir sur le port de Toulon.

Le musée maritime possède des statues et des bas-reliefs très-précieux, parce qu'ils sont de la main ou de la composition du Puget, l'un de nos plus célèbres artistes; et parce qu'ils décoraient les galères qui concoururent aux batailles immortelles où Duquesne vainquit Ruyter et les Espagnols, près des côtes de la Sicile. Ces chefs-d'œuvre sont donc à la fois des monuments de l'art et des monuments de notre gloire maritime.

Vous avez reçu avec indulgence la description des sculptures du Puget qui appartenaient à la première galère amirale de Louis XIV; j'aurai l'honneur de vous présenter plus tard la description des sculptures de la seconde galère amirale, exécutées par le même maître.

Il existe encore plusieurs autres sculptures qui sont précieuses par leur composition ou leur exécution : quatre statues représentant quatre travaux d'Hercule, plusieurs tableaux d'arrières de galères, des termes représentant des cariatides;

un phœnix, une tête de belier, plus grands que nature et d'une très-belle forme, etc.

La description des objets du musée maritime, quant à ce qui regarde l'architecture navale, se trouvera naturellement faite dans le Tableau de l'architecture navale aux dix-huitième et dix-neuvième siècles, ouvrage auquel je travaille depuis plusieurs années, et dont je viens de déposer les manuscrits et les plans dans les archives de la première classe de l'Institut, jusqu'au moment où je pourrai reprendre cette longue entreprise (1).

---

(1) Voici les dispositions que j'ai prises pour préparer l'emplacement du Musée de manière qu'il puisse présenter les divers objets d'art sous le point de vue le moins désavantageux, eu égard aux localités.

Des buffets vitrés qui s'élèvent à hauteur d'appui règnent tout autour des deux côtés de la salle et des piédroits des arcades.

Dans chaque intervalle d'une arcade à l'autre, une large table, aussi haute que les buffets, et pareillement entourée d'un vitrage, est destinée à porter ou à contenir les objets d'un très-grand développement.

Le devant des tables est en ligne droite avec les retours saillans des buffets en avant des arcades; de sorte qu'il reste au milieu des trois salles comme une longue galerie dont les deux côtés sont réguliers et parallèles.

L'axe de cette galerie traverse le milieu de toutes les portes (excepté la porte principale) de communication des

Atelier des modèles.

C'est dans cet atelier qu'on doit exécuter tous les objets d'arts mécaniques, nécessaires au complément du musée ; les modèles demandés par le ministère ; ceux qu'exigent, et les travaux des divers ateliers de l'arsenal, et surtout les travaux des ports secondaires ou des fabriques éloignées qui n'ont pas sous les yeux des objets pareils à ceux qu'elles doivent confectionner.

La décoration naturelle de cet atelier consiste dans les objets mêmes qu'il exécute, et dans la disposition bien ordonnée des outils qu'il emploie.

C'est dans ce même local qu'on placera successivement les modèles les moins précieux que l'on voudra retirer du musée pour les remplacer par d'autres qui soient ou plus parfaits ou moins volumineux : ce qu'il faudra faire aussitôt que l'on manquera de l'espace nécessaire à la meilleure disposition des objets (1).

établissements d'architecture et de sculpture navales qui sont groupés autour du Musée.

(1) Il faut, dans cet atelier, de longues et larges tables pour construire sur elles les modèles de vaisseaux et de machines, exécutés sur une échelle un peu considérable. Il est surtout nécessaire que les ouvriers chargés d'un travail dé-

Sculpture.

L'atelier de la sculpture, réduit, comme il l'est aujourd'hui, à deux arcades seulement, serait trop peu spacieux, s'il n'avait pas ailleurs un vaste emplacement pour travailler les pièces les plus volumineuses.

Il serait à désirer que cet autre emplacement, rendu plus convenable par une disposition pareille à celle qu'on a mise en exécution dans l'arsenal de Rochefort, pût devenir l'unique atelier de sculpture.

Alors on ferait, des deux arcades laissées vacantes, une salle d'épreuves pour les matières premières, nécessaires aux travaux de l'arsenal. On installerait dans cette salle un petit laboratoire de chimie, des machines pour éprouver les métaux, les bois, les cordages, les toiles, etc. Nous reviendrons bientôt sur ce sujet.

Depuis plusieurs mois on s'est occupé, dans l'atelier de la sculpture, de la restauration des bas-reliefs du Puget et de ses élèves, pour les placer ensuite dans le musée.

---

licat aient beaucoup de jour et le reçoivent de la manière la plus favorable. Toute disposition contraire est mauvaise pour cet atelier. Il faut encore, attenant et s'il se peut hors de l'atelier, une petite forge pour exécuter les menus ouvrages en métal.

La plupart de ces bas-reliefs avaient infiniment souffert ; des parties importantes étaient brisées, d'autres manquaient, d'autres étaient pouries, d'autres rongées par les vers ; on a dû retrancher les parties où le bois était totalement détérioré, pour empêcher le mal de s'étendre de proche en proche.

Sur les bas-reliefs des moindres galères se trouvait une couche épaisse ou plutôt un amas de couches de couleurs, de dorures et même de goudron. Il a fallu les enlever pour mettre le bois à nud, ce qui présentait d'assez grandes difficultés.

On a peint à l'huile le dessous des bas-reliefs, afin que le bois dont ils sont faits se conservât plus long-temps. On a maintenant redoré tous les bas-reliefs qui, dans l'origine, avaient été dorés.

Il faudra plus de loisir et d'apprêt pour restaurer les statues. Les meilleurs de nos sculpteurs seront chargés de ce travail : ils feront d'abord en plâtre le projet de leurs restaurations ; on fera poser le modèle vivant pour qu'ils se rapprochent davantage de la nature, en suppléant à ce qui manque des œuvres d'un grand maître (1).

---

(1) Lorsque j'eus l'honneur de lire ce Mémoire à la classe des beaux-arts, les artistes les plus illustres se réunirent pour me faire sentir les inconvénients et le mauvais goût

Pour donner une idée de ce qu'ont dû souffrir ces statues, il suffit de faire connaître la manière dont on travaillait dans l'atelier de sculpture navale de Toulon. Au lieu de faire, pour chaque vaisseau, les modèles en terre de la principale figure, des termes, etc., on trouvait plus commode de copier immédiatement d'après les sculptures précieuses amassées sans aucun soin dans l'atelier ; on les couchait dans la poussière, au milieu des copeaux, à côté du bois brut qu'on voulait travailler, et le copiste les roulait successivement à terre, dans tous les sens, afin de s'en contre faciliter l'imitation.

Quand on voulait travailler d'après un bas-relief, on se contentait de le poser à plat sur un établi, contre l'établi du copiste.

École de Dessin et de Sculpture.

Il n'y a, jusqu'ici, pas eu d'école de dessin et de sculpture établie dans l'arsenal de Toulon. Le maître sculpteur donnait bénévolement des le-

---

de la restauration des œuvres marquées au coin du génie. Il m'était impossible de ne pas déférer à de telles autorités, lorsqu'elles faisaient valoir les raisons les plus solides. Je n'ai laissé dans mon Mémoire le passage objet de cette note, que pour signaler une opinion mal fondée que je partageais avec beaucoup de personnes, et l'abandon que j'en fais en faveur des vrais principes de l'art.

çons à quelques jeunes gens, dans un petit réduit de trois mètres de long sur autant de large.

Dans le local que nous avons préparé, on enseignera les principaux genres de dessin, celui de la figure, de l'ornement, de la bosse et du modèle vivant; l'art de modeler en relief et en ronde bosse, etc.

L'école de dessin et de sculpture, qui doit en même temps servir de cabinet au maître sculpteur, sera garnie de buffets tout autour des murs pour y déposer les bosses les moins volumineuses et les plus fragiles, et pour y serrer les plans, soit du maître, soit de son école, soit de son atelier.

Sur les tablettes supérieures des buffets seront posées les grandes bosses qui n'auront pas une place spéciale dans le musée.

Les murs de cette école seront ornés avec des tableaux et des gravures représentant des marines, des combats ou des opérations de mer, des ornements de vaisseaux, de frégates, etc.

Des châssis portant des cadres seront établis de manière à offrir une place convenable pour seize élèves dessinateurs. Au centre de la salle, un large plateau servira pour placer la bosse ou le modèle vivant; dans le fond de la salle seront des tables solides pour les élèves qui apprendront à modeler en terre, ou en cire, ou en plâtre.

Vues générales sur l'ensemble des établissements qui se rattachent au Musée.

Tous les établissements dont nous venons de faire connaître l'installation, forment un ensemble dans la composition duquel aucun port n'a pu nous offrir de modèle. Nous n'avons donc pas pu profiter des leçons d'une première expérience. Il a fallu prévoir, plus ou moins bien, ce que serait un jour un ordre de choses qui n'existait pas encore; prévenir des inconvénients qui ne devaient se manifester que par la suite; et, surtout, combattre des objections prématurées que l'accomplissement des travaux d'installation eût seul pu faire tomber : des objections, il faut le dire, qu'on présentait avec d'autant plus de confiance, qu'elles ne pouvaient pas être sur-le-champ renversées par les faits.

Puisque l'expérience n'a pas encore pu nous éclairer sur les moyens de rendre aussi parfaits que possible tous les établissements qui se rattachent au musée, et ce musée lui-même, essayons du moins de prévoir ce qui pourrait, avec l'aide du temps, nous faire atteindre un but aussi désirable.

Les travaux de l'atelier des modèles ont été conduits jusqu'ici plutôt pour satisfaire à quelques

besoins momentanés du service, à quelques projets particuliers, que pour former une collection d'après un plan général et uniforme, qui représentât constamment les objets du même genre dans des proportions analogues.

Telle est aujourd'hui la marche que cet atelier doit suivre, et qu'il suit effectivement. Ainsi, par exemple, on exécute actuellement le modèle de chacun de nos bâtiments de guerre sur les plans ordonnés pour nos constructions, et dans la proportion constante de deux pour cent, ou d'un cinquantième de la grandeur naturelle. On a commencé par les vaisseaux de cent vingt, de quatre-vingts et de soixante-quatorze canons; ensuite on passera aux frégates, aux corvettes, aux brigs, aux goëlettes, etc. Des échelles de quatre, cinq, dix et vingt pour cent, servent à réduire les dimensions des objets, suivant leur volume et le genre de détails que leur exécution présente.

Je suis persuadé qu'en réduisant ainsi les modèles, les plans, les devis de touts les objets d'art, en échelles décimales, on hâtera dans la marine la propagation des nouvelles mesures, beaucoup plus que par touts les moyens coërcitifs; on rendra facile et même nécessaire l'usage de ces mesures. Alors les préjugés qui subsistent encore contre elles dans nos ports les moins avancés, dans les têtes les plus reculées, s'évanouiront peu

à peu, ou du moins n'oseront plus faire entendre leur voix impuissante.

Ce n'est point par un vain esprit de régularisation et de symétrie, que j'ai cru devoir réduire à la même échelle tous les objets d'un même genre. Cette uniformité présente de très-grands avantages; elle forme le coup d'œil en montrant ces objets dans les vrais rapports de leur grandeur; et souvent ces comparaisons faites à loisir, et réalisées, pour ainsi dire, dans notre imagination, pourront rectifier ou prévenir des bévues impardonnables et des erreurs très-dangereuses.

Considérons maintenant la collection même du musée : nous avons dit qu'elle devait présenter une encyclopédie de marine en relief.

Pour avoir toute l'utilité désirable, cette encyclopédie ne doit pas offrir seulement l'image complète de ce qui se fait aujourd'hui; elle doit reproduire au moins une idée de ce qui se faisait autrefois, elle devra présenter la série des perfectionnements qui sont réservés aux travaux à venir. Sous ce point de vue, le musée est un véritable conservatoire, et, j'ose dire, le plus essentiel des conservatoires.

Les plus beaux édifices construits pour naviguer sur la mer, sont bientôt détruits par elle, et la guerre ne hâte que trop souvent ces destructions naturelles. Un trop petit nombre d'années,

même des plus heureuses ; ou quelques instants de malheur, suffisent pour qu'il ne reste plus rien des masses les plus imposantes !

Les modèles qui conservent la forme des navires, qui permettent de connaître en tout temps ce que ces navires devaient à cette forme de leurs qualités et de leurs défauts ; ces modèles sont donc les seuls et les vrais monuments de l'architecture navale ; et leur prix, loin de diminuer, augmente avec le temps.

L'architecture navale comparée naîtra peut-être quelque jour d'une semblable collection, classée dans un ordre méthodique et lumineux ; on y suivra le fil des progrès de l'art ; on sera sur les vraies routes, on verra leurs embranchements, on saisira leur direction, leurs parties extrêmes ; il sera plus facile d'en reculer les limites et d'atteindre à de nouvelles découvertes.

Le musée trouvera dans les établissements qui l'environnent les secours les plus efficaces, en même temps qu'il sera pour eux d'une utilité majeure.

Dans la bibliothèque seront naturellement déposés les gravures, les dessins des constructions, des machines, des objets de toute espèce renfermés déjà dans le musée, ou faits pour y figurer un jour ; les descriptions écrites de ces objets, les calculs exécutés sur leurs éléments, sur leurs ef-

fets, etc., seront réunis à ce dépôt. Ainsi, les élèves de tous les corps de la marine, qui voudront acquérir des connaissances nécessaires; les officiers déjà formés qui voudront approfondir leurs connaissances acquises, trouveront réunis tous les secours qui peuvent rendre facile et complète l'intelligence des objets de leurs études, de leurs travaux matériels ou de leurs recherches théoriques.

La bibliothéque est pauvre aujourd'hui; pendant quelque temps la plupart de ses rayons seront vides; mais c'est beaucoup qu'ils existent et qu'ils appellent l'attention. On se soucie peu du bien qui ne sollicite pas ostensiblement une honorable libéralité; mais lorsqu'il est tout-à-fait préparé, lorsque son utilité se trouve mise en évidence, on se fait un honneur de le reconnaître et de le réaliser : voilà ce qui nous arrivera pour la bibliothéque, si notre espérance n'est pas trompée.

Quelque jour on réunira certainement les ateliers divisés de la sculpture navale, dans le local qu'elle possède hors des établissements du musée. Alors, les deux arcades que les sculpteurs occupaient auprès de la bibliothéque, pourront devenir des salles d'épreuves; elles seront pour la marine la source de mille services, qui, pour être journaliers et sans éclat, n'en seront pas moins importants. Toutes les fois qu'un officier habile et

laborieux voudra faire usage de ses talents, avec les moyens d'opérer qu'il trouvera réunis pour des expériences de touts les genres, l'art de la marine fera quelques pas vers la perfection, et, certes, il lui en reste beaucoup à faire encore. Mais, sans parler de ces progrès qui tiennent au génie de quelques hommes supérieurs, et qu'il est impossible de commander, voyons seulement par quels moyens on perfectionnerait toutes les épreuves des matières premières employées dans un arsenal.

L'examen de ces matières, à l'exception d'un petit nombre, et depuis peu de temps, ne roule guère que sur des caractères incertains, appréciés d'une manière extrêmement vague, au moyen d'indices fournis par la vue, le toucher, le goût, l'odorat, etc. Sur des à peu près tirés de ces sensations, on juge de la bonne ou de la mauvaise qualité des matières. La seule manière certaine de les examiner est d'appeler à son secours les connaissances fournies par la physique et la chimie; par la physique, pour mesurer exactement, avec des machines et des instruments, les propriétés particulières qui font que tel ou tel corps est plus ou moins propre à tel ou tel usage; par la chimie, pour connaître les éléments dont ce corps est formé, s'il n'est pas simple, et, dans tous les cas, pour apprécier le degré de conser-

vation ou d'altération où se trouvent ses parties les plus intimes.

Il faudrait que l'on composât un livre élémentaire où seraient classées méthodiquement toutes les matières premières, touts les produits dont il est utile de faire l'examen en marine. Dans cet écrit seraient précisées les propriétés physiques et chimiques de chaque corps, ainsi que les moyens de mesurer ces propriétés à l'aide des appareils les plus simples, les plus économiques et les plus rapides.

Je sais bien que quelques hommes, ennemis nés de la science et détracteurs de ses services, souriront dédaigneusement en voyant son modeste appareil introduit dans un recoin de nos arsenaux, de ces lieux où des charpentiers, des calfats et des matelots sont seuls utiles selon eux; mais qu'importent ces préjugés? Les faibles armes du ridicule s'émoussent toujours sur le bouclier de la vérité courageuse, et le temps réalise toutes les vérités utiles, quelque étranges qu'elles paraissent, lorsque les amis du bien ont la force d'élever la voix en sa faveur, au milieu des huées de l'ignorance.

Si quelque jour le gouvernement croit utile de réaliser quelques-unes des vues présentées dans notre mémoire *sur le rétablissement de l'académie de marine*, cette grande institution, formée

par classes dans la capitale et dans chacun de nos ports, trouvera dans l'arsenal de Toulon touts les secours qu'elle pourra désirer pour ses travaux et ses réunions. L'académie trouvera dans la bibliothéque un lieu convenable pour ses séances, pour le dépôt de ses archives; elle y trouvera les livres nécessaires aux recherches de ses membres. Par un juste retour, elle enrichira cette bibliothéque, devenue la sienne, de tous les ouvrages imprimés, de touts les manuscrits dont elle recevra l'hommage, ou dont elle fera l'acquisition. Le musée maritime qu'elle enrichira par les mêmes moyens, lui présentera les mêmes ressources pour la comparaison des machines et des constructions nouvelles avec les constructions et les machines du même genre, que la routine et l'expérience ont fait adopter et conserver jusqu'ici dans nos arsenaux.

Enfin, dans les salles d'épreuves, l'académie trouvera mille moyens de faire d'utiles expériences; elle aura des réactifs, un petit laboratoire pour ses opérations chimiques; les instruments essentiels de la physique pour étudier les propriétés caractéristiques des matières premières utiles à la marine, et des produits des ateliers de l'arsenal.

Avec ces secours, l'académie pourrait entreprendre l'ouvrage important dont nous offrions l'idée il n'y a qu'un moment.

Autant les établissements du musée doivent être utiles à l'académie, autant l'académie doit l'être à l'arsenal, en se chargeant de toutes les expériences délicates qu'il serait souvent si nécessaire d'entreprendre, pour offrir des bases solides aux décisions de l'autorité supérieure, et fournir une garantie certaine sur tous les projets d'une haute importance. Ne craignons pas de revenir sur un objet qui mérite toute notre attention, et de nous appesantir sur lui.

Pour offrir un exemple très-simple et dont l'avantage soit immédiatement senti, supposons qu'avant d'entreprendre de grandes constructions, le ministère veuille être dirigé dans ses approvisionnements en charbon fossile pour le travail des métaux employés dans ces constructions.

Au lieu de créer une commission qui, n'agissant et ne rendant compte qu'en masse, n'est point animée par le moteur de l'intérêt et de l'honneur personnel; qui se contente en général de faire un rapport vague et insignifiant, d'après des idées reçues d'avance, ou d'après quelques manipulations grossières et précipitées; supposons que l'académie soit chargée d'un semblable examen. Comme elle trouvera dans la salle d'épreuves des moyens tels qu'une docimastique éclairée et sévère peut les réclamer, elle fera d'abord l'analyse

des divers charbons de terre, pour voir s'ils ne contiennent pas des parties sulfureuses ou d'autres substances nuisibles. Elle fixera les proportions de ces matières hétérogènes, étudiera leur effet plus ou moins pernicieux sur les métaux employés dans nos travaux, cherchera le moyen d'en purger les charbons fossiles, présentera la balance exacte des prix de ces diverses manipulations, pour les comparer avec les dépenses premières d'achat et de transport. A coup sûr, d'un semblable travail sortiraient des lumières nouvelles et probablement des perfectionnements inattendus.

Offrons maintenant un exemple d'observations et d'expériences qui se rapportent plus particulièrement à la physique, et qui soient d'un grand intérêt pour la marine.

On n'a sur la force des bois, sur leur durée, sur les divers genres de détérioration qui les affectent en telle ou telle circonstance, que des données incomplètes et trop peu générales. Il faudrait, dans chaque port, étudier ces qualités et ces défauts pour toutes les espèces, pour toutes les variétés des bois dont ce port fait usage; dresser des tableaux comparatifs de ces diverses observations qui pussent nous dire : voici l'ordre de ces espèces et de ces variétés relativement à leur conservation, soit dans l'air, soit dans l'eau, soit à l'ombre, soit au soleil, etc.; relativement à

leur pesanteur spécifique et à ses variations, depuis le moment de la coupe des bois, jusqu'à l'époque où leur dessiccation devient si faible et si lente, qu'on peut la regarder comme insensible. Nous n'avons pas observé non plus avec l'œil scrutateur du physicien, l'effet de l'humidité atmosphérique sur les bois, ou leur hygrométrie. Cette étude, et la recherche des moyens qui pourraient empêcher l'action d'une telle humidité, auraient pourtant une grande utilité pour les arts de la marine. Ces longs travaux fourniraient des résultats à l'ouvrage élémentaire sur les qualités et les défauts des matières premières propres aux travaux de la marine.

Pour terminer ces considérations générales sur le musée maritime et les établissements qui s'y rattachent, nous n'avons plus à fixer notre attention que sur l'école de dessin et de sculpture. Quoique l'atelier de ce dernier art, adjacent à la bibliothéque, fût changé en salle d'épreuves, on n'en laisserait pas moins l'école où elle est maintenant. D'une part, les jeunes élèves se trouveraient plus éloignés du bruit; de l'autre, le maître, ne passant dans cette école que quelques heures chaque jour, y suivrait tranquillement la direction des études dont il est chargé; il profiterait encore de ce moment pour travailler à ses

compositions; pendant ce temps, il serait remplacé dans son atelier par le contre-maître; il aurait son bureau dans l'atelier même, et le service ne souffrirait en rien de cette distribution plus avantageuse à l'école.

Indépendamment des jeunes gens qui se destinent à l'art de la sculpture navale, ne pourrait-on pas, dans chaque atelier, dont les produits doivent réunir la précision des dimensions à l'élégance des formes; ne pourrait-on pas, disons-nous, choisir chaque année un ou deux apprentis qu'on aurait distingués pour leur aptitude et pour leurs dispositions précoces? Il suffirait de les envoyer chaque jour, pendant deux heures seulement, prendre les leçons du maître sculpteur, afin de se rendre habiles dans le dessin de la figure, de l'ornement ou de l'architecture. Ces jeunes gens, en se formant à la fois l'œil, la main et le jugement, s'accoutumeraient à ne rien exécuter qui n'eût ce degré précis de simplicité, d'élégance ou de richesse, qui convient à chaque genre de travail; ils apprendraient à faire mieux sans faire plus lentement pour cela: touts les arts de la marine y gagneraient, et ce progrès si heureux n'aurait coûté que la seule peine de vouloir l'opérer.

L'émulation s'établirait d'elle-même au milieu

de la petite réunion ; et l'émulation opère sur le premier âge, comme sur l'âge mûr ; elle l'élève au-dessus de lui-même.

Pourquoi l'académie de marine elle-même n'offrirait-elle pas à cette jeunesse intéressante, des récompenses annuelles faites pour exciter son zèle et développer son talent ? Avec une couronne de feuillage, une gravure, un livre, décernés sans faveur à l'adolescence par la main des hommes habiles, vous jetez un germe dans les jeunes âmes, vous laissez dans les cœurs des impressions nobles et généreuses, qu'il faut avoir éprouvées pour en apprécier la douce et bienfaisante chaleur !

Lorsque, parmi ces jeunes élèves, déjà choisis entre beaucoup d'autres, il s'en trouverait quelqu'un dont les dispositions perceraient à travers ses premières ébauches, on saisirait ce talent prêt à naître, on le développerait avec ce soin, avec ce plaisir qui n'appartient qu'à l'âme embrasée des vrais amis des arts ; on enflammerait l'imagination du jeune homme ; et quelque jour peut-être ses maîtres et ses Mécènes seraient payés de leurs leçons et de leurs encouragements, en lui voyant produire des ouvrages justement admirés.

En appelant à l'école du dessin un grand nombre de jeunes élèves qui rentreraient, en peu de

temps, dans leurs professions respectives, la concurrence de ces étudiants permettrait de ne plus recevoir dans l'atelier de la sculpture que des jeunes gens dont la vocation serait complétement décidée, et qui, dans l'art du dessin, auraient fait preuve de dispositions réelles.

Des bosses nombreuses, moulées sur les plus belles statues antiques, l'avantage de dessiner le modèle vivant, et, dans le genre de la sculpture en bois, les productions du Puget conservées dans le musée, tout concourrait à former de bons artistes. Si l'un d'eux annonçait un grand génie pour les beaux-arts, on pourrait intercéder en sa faveur auprès du ministère, pour obtenir qu'il allât à Rome recevoir, dans l'école française, les principes du bon goût, et puiser, dans la contemplation des beaux monuments, des chefs-d'œuvres de l'Italie, l'exemple et le sentiment des grandes choses.

Peut-on douter que, par la réunion de ces moyens, on n'obtînt à la fin les plus heureux résultats?

Je viens d'offrir l'idée d'un assez grand nombre de perfectionnements qui me semblent avantageux, et d'innovations utiles, selon moi. Si les circonstances me le permettent encore, j'en poursuivrai la réalisation avec une ardeur qui ne correspondra peut-être pas toujours à mes forces,

mais qui n'aura d'autres bornes que mon zèle. Ami du bien, enthousiaste du beau, j'abandonnerai mes premières idées toutes les fois qu'on me rendra le service de m'en offrir de meilleures; mais, ce seul cas excepté, je soutiendrai mes opinions sans les faire plier jamais à ce qu'on est convenu d'appeler des convenances sociales et du respect humain; parce qu'en servant mon pays, je lui dois, en tous lieux et dans tous les cas, la défense de tout ce qui peut contribuer, même pour la moindre part, à l'amélioration de ses institutions et de ses établissements.

Messieurs, si les établissements dont je viens de vous présenter la description, vous semblent utiles aux progrès de nos arts; si les monuments de nos victoires navales déposés dans le musée lui donnent un caractère national fait pour plaire à tous les Français, fait pour parler à l'imagination des artistes et des guerriers, répandez un nouvel éclat sur ces créations naissantes, en les honorant de vos encouragements; accordez de dignes éloges aux chefs supérieurs qui les ont commencées ou qui les finiront: ils sont sensibles à la gloire; et les palmes données par vos mains sont trop belles, pour qu'ils ne s'empressent pas d'en mériter de nouvelles par de nouvelles entreprises et de nouveaux bienfaits.

RAPPORT

Fait par la section de sculpture à la classe des Beaux-Arts de l'Institut de France.

Le secrétaire perpétuel de la classe certifie que ce qui suit est extrait du procès-verbal de la séance du samedi 24 juin 1815.

En chargeant la section de sculpture de vous faire un rapport sur le mémoire que M. Dupin, capitaine du génie maritime, correspondant de l'institut et membre de plusieurs sociétés littéraires, a lu, dans votre séance du 10 de ce mois, sur le musée maritime institué dans l'arsenal de Toulon, vous avez prévu sans doute que votre commission se renfermerait dans ce qui peut contribuer aux progrès de l'art.

Pour remplir ce devoir, elle s'est assemblée, et l'examen l'a convaincue des avantages qu'offre l'établissement qui vous est annoncé. Elle applaudit, et vous propose d'applaudir à l'arrêté de M. le contre-amiral Lhermitte, préfet maritime de Toulon, qui a chargé l'auteur de cet intéressant projet d'en surveiller l'exécution.

Vous vous rappellerez, messieurs, que cet

établissement doit réunir un vaste atelier muni de tous les ustensiles nécessaires au travail; puis deux écoles, savoir, une de sculpture navale, l'autre consacrée à l'étude du modèle vivant, sous la direction d'un professeur; une bibliothéque spéciale pour les diverses connaissances qu'embrasse la science de l'art nautique : enfin, un musée où seront placés en évidence divers dessins, beaucoup de fragments de sculptures du Puget et autres sculpteurs, objets précieux que les recherches du capitaine Dupin sont parvenues à rassembler. Cette réunion de moyens d'instruction contribuera sans doute à former des artistes de mérite, qui perpétueront le bon style et le goût dans la décoration des bâtiments de mer.

Tout en donnant de justes éloges à l'utile conception de M. Dupin, nous pensons, ainsi que plusieurs de nos collègues le lui ont fait observer dans cette assemblée, qu'on doit renoncer à toute restauration sur les fragments d'ouvrages classiques, et particulièrement sur ceux du Puget, plus précieux pour l'art dans l'état où ils se trouvent, que s'ils offraient le contraste d'un ciseau moderne avec la manière hardie et pleine de verve de celui de nos statuaires qu'on a surnommé, non sans raison, le Michel-Ange français.

Vos commissaires pensent que la classe doit des éloges au zèle et aux lumières de M. le préfet

maritime de Toulon et de M. le capitaine Dupin, pour l'établissement du musée maritime et pour la bonne direction qu'ils se proposent de lui donner.

Signés LECOMTE, PERIER, ROLLAND, DEJOUX, LEMOT, HOUDON, CARTELIER, LEBRETON.

La classe approuve le rapport et en adopte les conclusions.

Certifié conforme à l'original :

Le secrétaire perpétuel, signé JOACHIM LEBRETON.

ÉRECTION

DE LA STATUE DE LOUIS XIV

DANS L'ARSENAL DE TOULON.

PROJET *composé d'après les ordres du contre-amiral* L'HERMITTE, *préfet maritime, par Ch.* DUPIN, *chargé de la direction des travaux de sculpture navale.*

PLACER dans un des premiers arsenaux de France, la statue du prince sous lequel la marine française a brillé de son plus grand éclat, c'est une conception aussi noble qu'heureuse : l'exécution doit correspondre à l'élévation de la pensée.

Voici quelques vues qui pourront du moins indiquer le but, si l'on ne juge pas qu'elles l'atteignent complétement.

Sur un piédestal quarré, je poserais un socle circulaire, et sur ce socle la statue de Louis.

Sur le contour du socle et du côté de la mer, où regardera la statue, j'écrirais ces mots :

ET. POSTERI. TE. VOCAV. MAGNVM.

et la postérité aussi t'a nommé grand.

Je revêtirais la statue de l'habillement militaire des héros de l'antiquité; sa main droite tiendrait un sceptre; sa gauche serait appuyée sur un bouclier qui, lui-même, serait supporté par plusieurs livres mis l'un sur l'autre, et portant pour titres, les titres des principales lois maritimes de Louis XIV.

Il me semble que cette idée d'appuyer le bouclier des rois sur leurs lois les plus sages, offrirait aux esprits penseurs une allégorie faite pour plaire.

Au milieu du bouclier serait sculpté l'emblème du monarque, la figure rayonnante du soleil, sous les traits d'Apollon couronné de lauriers. Sur les bords du bouclier, on lirait la devise

NEC. PLVRIBVS. IMPAR.

Le plan de l'arsenal de Toulon, à moitié déroulé, retenu sur les livres par le bouclier, se développerait du côté principal, et rappellerait que les principaux établissements de cet arsenal sont dus au au prince en l'honneur duquel est élevé le monument.

Enfin, du côté droit de la statue, et pour faire pendant aux livres ainsi qu'au bouclier, je poserais sur le socle le casque du héros.

Le piédestal aurait ses ornements particuliers. Quatre proues de navires, exécutées en ronde

bosse, aux quatre angles du soubassement, présenteraient une décoration simple, grandiose et parfaitement appropriée au caractère du monument. L'idée fort heureuse de ces proues est due à M. Brun, maître sculpteur de l'arsenal.

Sur trois des faces du piédestal, je mettrais les bustes en bas-relief, de trois hommes illustres d'un siècle qui fut si fécond en beaux talents et en rares courages.

Un grand général, un grand ingénieur, un grand ministre seraient l'emblème de la vaillance, du génie et de la sagesse qui doivent présider aux batailles, aux travaux, aux conseils qui font les règnes immortels.

Du côté de la corderie, je placerais le maréchal de Vauban, auteur de ce célèbre édifice et du plan général de l'arsenal.

Au côté droit de la statue, serait le buste de Duquesne, qui, sur les côtes de Sicile, devant Palerme, Messine et Syracuse, triompha des Espagnols et de Ruyter, et remporta les plus belles victoires navales dont s'honore la marine française.

Du côté opposé, qui regarde l'entrée principale de l'arsenal, devrait être le buste de Colbert dont le génie trouva le secret de créer en peu d'années une marine, qui, sous son ministère, tint le sceptre des mers.

Ainsi Colbert, rapproché de ses œuvres, serait placé au-dessous de ces ordonnances et de ces Codes maritimes sur lesquels est appuyé le bouclier de Louis XIV.

Pour toute inscription, j'écrirais en dedans des couronnes de chêne et de laurier dont j'entourerais ces bas-reliefs :

VAVBAN. DVQVESNE. COLBERT.

Il est une simplicité qui n'appartient qu'aux grandes choses; mais les grandes âmes seules en sentent tout le prix.

Quelle muette éloquence, au milieu d'un vaste arsenal, que celle de ces noms qui rappellent les plus beaux temps de notre gloire maritime!

Sur le devant du piédestal, seule face qui reste encore à décorer, je graverais cette inscription, pour conserver la mémoire du général par les ordres duquel ce monument va s'élever, et celle du prince qui en a sanctionné l'exécution le 6 octobre 1814, lors de son voyage en Provence :

LUDOVICO XIV,

SVB. AVSPICIIS. PRONEPOTIS. EJVS.

CAR. PHILIPPI.

REI. MARITIMAE. PRAEFECTVS.

L'HERMITTE.

HOC. MONVMENTVM. DICARI.

INSTITVIT.

MENS. OCTOB. ANNO. MDCCCXIV.

Traduction. — Le préfet maritime L'Hermitte a consacré ce monument à Louis XIV, sous les auspices de Charles Philippe, descendant de ce monarque. — Octob. 1814.

DU RÉTABLISSEMENT

DE

L'ACADÉMIE DE MARINE.

DÉDICACE

A MON AMI, A. AUGOYAT,

Capitaine de première Classe au Corps du Génie militaire, Membre de l'Académie Ionienne, Officier de la Légion-d'Honneur, Chevalier de Saint-Louis, etc.

MON CHER AUGOYAT,

Revenons un moment sur ces rivages de la Grèce, où de si grands souvenirs nous avaient appelés, où de si doux souvenirs d'amitié fraternelle nous rappelleront toujours en idée.

Dans les îles Ioniennes, nous avons vu paraître un moment avec honneur, et tomber dans la léthargie, une Académie qui eût pu briller de l'éclat le plus durable.

Lorsque nous avions fait, pour la rendre à la vie, de longs et d'inutiles efforts, nous

recherchions les causes de leur inutilité. Nous remontions au principe, à la nature de ces institutions consacrées au commerce des muses; nous faisions notre étude des causes de leur prospérité, de leur décadence, et l'expérience nous dévoilait des vérités que peut-être nous n'eussions jamais découvertes, sans son triste mais utile secours.

En méditant sur le rétablissement d'une Académie de Marine, nos pensées sur l'Académie Ionienne se sont présentées en foule à mon esprit; je me suis rappelé tes habiles conseils, dont je n'écoutais pas toujours assez la voix sévère, et j'ai modéré mes écarts par le souvenir de ta sagesse.

Mon ami, reçois l'hommage de ce qui t'appartient à tant de titres; ou plutôt, avec les affections les plus douces de nos cœurs, ayons encore en commun ces vues et ces idées que je publie sous tes auspices.

Adieu,

CH. DUPIN.

DU RÉTABLISSEMENT DE L'ACADÉMIE DE MARINE.

J'ai pour but, en publiant cet écrit, de rappeler quelques-uns des services rendus par l'ancienne académie de marine; de jeter un coup d'œil sur les services qu'une institution de ce genre pourrait rendre maintenant ; enfin d'examiner quels sont les moyens d'organisation les plus propres à donner à cette société le plus grand lustre, et surtout l'utilité la plus immédiate.

C'était peut-être à quelques membres de l'ancienne académie de marine, qu'il appartenait de faire un semblable travail, et j'ai balancé pendant plusieurs mois, avant de me décider à l'entreprendre. Après avoir attendu vainement que d'autres me devançassent dans le développement de quelques vues qui me semblent utiles, je me fais un devoir de les publier.

Je désire que ce premier aperçu puisse donner naissance à des écrits plus solides, à des projets

conçus avec plus de sagesse, de lumières et d'expérience qu'il ne m'est donné d'en avoir.

Ce n'est pas au milieu de la guerre que l'art de la marine avance à plus grands pas vers la perfection; c'est dans les premiers temps de paix qui succèdent à des luttes longues et sanglantes. L'activité des officiers, long-temps excitée par tous les aiguillons de l'amour de la gloire et de la patrie, ne peut s'éteindre tout à coup avec les dangers qui l'avaient enflammée; sa chaleur rentre au fond des âmes, et l'activité de la pensée vient remplacer l'activité de la vie.

Lorsque la sagesse des hommes d'état saisit ce moment unique d'une grande régénération; tandis que par des lois pleines de profondeur, elle asseoit sur des bases inébranlables la gloire et la fortune publiques, elle tend une main protectrice aux efforts du talent; vient au-devant des vues nouvelles, tout en les admettant avec prudence; sollicite les améliorations des choses défectueuses; encourage les recherches et les travaux utiles, et reçoit avec transport les vraies découvertes, ces trésors du génie que la reconnaissance nationale devrait toujours récompenser d'une manière digne d'elle et digne de lui.

Mais, en même temps, qui pourra juger digne-

ment ces expériences et ces projets, ces recherches et ces découvertes? Qui saura découvrir, dans une idée mal développée ou tissue avec artifice, le germe heureux qui s'y trouve et qu'il faut féconder, ou le sophisme qui se cache sous un appareil de science et sous des dehors de vérité? Qui saura vérifier des expériences déjà faites, et montrer les expériences qu'il importe de faire encore pour atteindre un but important? Enfin, qui saura montrer à l'autorité supérieure ce qui mérite le rejet et l'oubli, ou l'adoption et la récompense?...

Sera-ce des employés, absorbés dans les détails d'une administration pénible et minutieuse? Non, sans doute. Sera-ce tel ou tel corps qu'il faudra choisir pour prononcer sur les idées de touts les autres corps? Non, sans doute, répondra-t-on encore; il faut que rien de personnel ne vienne s'interposer entre le juge et ses causes, pour que l'équité préside à ses décisions.

Mais une association d'hommes connus par leurs travaux, investie d'attributions purement scientifiques, n'aura rien à démêler avec les autorités et leurs prétentions réciproques; une simple réunion dont la considération n'ayant pour base et pour appui que le mérite de ses associés, n'aura d'égards que pour le vrai mérite; un corps enfin dont les membres, pris indistinctement dans tous les autres corps, seront les amis de tous, et ne

seront les rivaux d'aucun : tel est le modeste tribunal qui, toujours accessible, peut seul offrir aux amis de l'art et à ses promoteurs, un suffrage impartial et d'utiles avis, et qui seul peut présenter à l'autorité une opinion toujours juste et toujours éclairée sur les avantages et les inconvéniens des anciennes idées et des idées nouvelles.

Ces principes et ces vues furent celles des hommes habiles qui sollicitèrent et obtinrent d'un ministre, ami des sciences et des arts, l'établissement d'une académie de marine en 1752.

Cette société, qui d'abord s'était formée par la réunion volontaire de quelques gens d'un talent distingué, approuvée par un simple ordre du ministre, ne sembla qu'un premier essai. Néanmoins, dès sa naissance, les Duhamel, les Olivier, les Bigot de Morogues et quelques autres hommes très-marquants, rendirent son nom recommandable par leurs utiles travaux et leurs belles productions.

Bientôt ses membres furent absorbés, puis dispersés par les opérations et les malheurs de la guerre de 1756 : l'académie vit suspendre ses séances.

Lorsque la paix eut arrêté le progrès de nos maux, on chercha des moyens réparateurs ; on voulut s'éclairer du double flambeau de l'expérience et de la théorie ; on favorisa l'étude de la

science ; on accorda quelque considération aux hommes qui se distinguèrent par leurs connaissances et leurs talents. Les officiers de la marine militaire, qui naguère croyaient à peine que des nobles d'épée pussent, sans déroger, manier la plume, au sein même de la paix, comprirent alors que les méditations du génie sont les plus sûrs fondements de la vraie gloire militaire. Ils entrèrent en foule dans une nouvelle carrière. L'Europe savante apprit à connaître les noms des Bougainville, des Borda, des Lapeyrouse, des Fleurieu, des Chabert, des d'Après-Mannevillette, des Kersaint, des Dumaits, etc.

La plupart de ces hommes célèbres concoururent au rétablissement de l'académie de marine ; elle renaquit plus brillante que jamais ; elle attira l'attention et les bienfaits du monarque ; et par un règlement du 24 avril 1769, elle fut constituée académie royale de marine.

Au retour de leurs expéditions, de leurs voyages, les marins dont nous venons de citer quelques noms, rapportaient à l'académie le fruit de leurs observations en tout genre ; les faits précieux qu'ils avaient constatés, discutés avec soin, faisaient remonter aux principes, et conduisaient à la découverte des causes ou à l'explication des phénomènes.

Vers la même époque, d'ailleurs, il y avait dans

touts les corps de la marine des hommes faits pour concourir dignement, chacun dans sa partie, aux travaux de ces illustres navigateurs. Les constructeurs de vaisseaux comptaient alors parmi leurs ingénieurs, un Groignard, un Gaultier, un Forfait, un Vial du Clairbois, et quelques autres encore que je nommerais si je n'étais pas sous leurs ordres. Des administrateurs; tels que Lescalier; des artilleurs, tels que Texier de Norbec, étaient faits pour être associés aux travaux de l'académie.

Les moyens d'observer à la mer furent perfectionnés; le cercle répétiteur, inventé; nos cartes marines les plus importantes, corrigées; l'art d'exécuter les boussoles et d'aimanter les aiguilles, amélioré; la plupart des arts de la marine, décrits avec méthode, avec simplicité; les savants ouvrages de D. Juan et de Chapman, traduits. Tels furent, dans un petit nombre d'années, les travaux exécutés par les membres de l'académie, ou du moins auxquels ces membres prirent une puissante part.

La guerre de 1778 ne put pas entièrement arrêter le cours de ces progrès : elle en montra les heureux fruits.

Ce n'est pas ici le lieu de faire connaître comment il a pu se faire qu'après tant d'actions honorables, d'heureux combats et de succès marqués, remportés par les Français dans la guerre de 1778

nous ayons cependant succombé dans cette lutte ; comment nos ennemis, moins épris d'idées chevaleresques, mais plus profonds politiques, ont visé surtout à des succès faciles contre notre commerce et contre celui de nos alliés ; et comment, à la longue, ils ont triomphé même de notre marine militaire.

Mais ce qui frappera touts les hommes qui connaissent la mer, c'est l'étonnante différence qui se trouve entre nos officiers de cette guerre, et ceux de la guerre de 1756.

Dès 1778, nos armées navales étaient vraiment manœuvrières ; elles manœuvraient trop peut-être, et n'allaient pas toujours assez au but. Mais cela tenait aux idées militaires qui régnaient alors, au caractère de quelques chefs, et peut-être même à l'esprit de notre ministère. Dans cette guerre, comme dans toutes nos guerres maritimes, nous avons manqué d'un grand homme de mer, ou bien nous lui avons manqué, en ne l'investissant pas d'une grande, d'une absolue puissance, pour ramener la discipline et la victoire sous nos pavillons humiliés. Quoi qu'il en soit, à l'époque dont nous parlons, les éléments de notre armée navale étaient incontestablement supérieurs aux éléments de l'armée anglaise.

Cette supériorité toute nouvelle n'était due qu'à notre instruction, à nos efforts continuels

pour acquérir, du côté de l'art, la même supériorité que nous avons reçue de la nature du côté de la bravoure, de cette bravoure qui, depuis les Gaulois, vainqueurs de Rome, jusqu'aux Français, vainqueurs de l'Europe, a fait la base de notre caractère national.

Lorsque la révolution française arriva, la marine entière fut dispersée; les officiers du plus grand nom périrent sur l'échafaud; la plupart des autres s'expatrièrent, et le petit nombre qui resta ne put suffire pour conserver et propager l'instruction dans toutes les parties du grand art de la marine.

A cette époque orageuse qui souleva de la foule touts les grands hommes qu'elle n'engloutit pas, on vit paraître des marins pour qui la nature avait tout fait; mais un esprit de subversion et de vertige fit élever à côté d'eux des êtres indignes d'un tel honneur: ceux-ci, par la médiocrité de leurs moyens; ceux-là, par la faiblesse de leur caractère; les derniers enfin, par la turpitude de leurs principes. Quels furent les résultats d'un si monstrueux assemblage? Des prodiges d'une valeur vraiment française ont été perdus pour notre gloire, parce que quelques ignorants ont erré, quelques lâches ont faibli dans les occasions décisives; et le malheur a semblé poursuivre nos pavillons, lorsque des triomphes sans nombre

faisaient arborer nos drapeaux aux deux bouts de l'Europe.

Non, je ne veux point outrager la vaillance de nos braves, et méconnaître la supériorité des hommes habiles. C'est, au contraire, parce que je voudrais voir briller dans tout son éclat leur courage et leur habileté, que je me fais un devoir de signaler ici les causes qui les ont empêché d'être couronnés, comme il était juste de l'espérer, par la victoire.

Mais les causes morales n'ont pas seules influé sur nos défaites : il faut le dire, depuis vingt années, les marins profondément instruits dans la pratique et dans la théorie, ont encore été moins communs que les marins intrépides, et pourtant, s'il est quelque partie de l'art si difficile de la guerre, où l'on puisse vaincre sans apprentissage, et par le seul instinct de la bravoure, certe, ce n'est pas dans la marine. Si votre ennemi connaît les moyens de vous frapper sans être en butte à vos coups ; d'accumuler ses forces sur vos points faibles, et tel est le secret des grandes manœuvres, que ferez-vous de votre mépris de la mort et de votre vaine ardeur de vaincre ? Enfin, si long-temps à l'avance vous n'avez pas étudié les moyens les plus sûrs de remédier avec célérité à toutes les avaries, le premier accident va vous livrer misérablement à votre adversaire.

Voulez-vous avoir une marine triomphante? Ayez une marine où les connaissances utiles soient en honneur. *L'honneur féconde tout dans nos âmes françaises* : voilà ce que nous crie l'expérience, en prenant tour à tour la voix de nos revers et de nos triomphes.

C'est donc à présent qu'il importe plus que jamais de donner un grand essor à tout ce qui peut favoriser, développer et répandre parmi nous les connaissances qui sont la base de l'art de la marine. Que de pénibles recherches, que de méditations profondes ne seront pas nécessaires pour amener ces progrès! et, néanmoins, pouvons-nous douter qu'elles ne soient indispensables. Gardons-nous de penser qu'elles seraient infructueuses.

On a cru pendant long-temps que la seule pratique suffisait pour apprendre tout à l'homme de mer; mais alors l'art était dans l'enfance, et il y restait.

Cependant les sciences, en agrandissant leurs domaines, descendaient de plus en plus, de leurs conceptions abstraites, à des applications utiles, simples, palpables; leurs mots propres, même, cessaient d'être étrangers à la langue commune; et des idées, qui d'abord n'étaient le partage que d'un petit nombre d'esprits supérieurs, devenaient avec le temps des vérités vulgaires à force

d'être répandues. Or, c'est ainsi qu'elles doivent devenir pour être d'une véritable influence sur la société. A mesure que les services rendus par les sciences sont devenus plus efficaces en se multipliant davantage, on a vu les préjugés qui s'étaient formés contre elles, comme ces épais brouillards qui s'élèvent au point du jour, se dissiper par les clartés d'une plus vive lumière. La théorie, cet enchaînement des causes et des effets, s'est agrandie de plus en plus aux dépens des pratiques de la routine. Les études sont devenues plus nécessaires ; des livres classiques les ont rendues faciles, et l'instruction a tendu, par un progrès constant, à devenir générale.

Telle est, nous l'avons vu par le court historique esquissé dès le commencement de cet écrit, telle est la gradation que la lumière des sciences a suivie, en se propageant dans les arts de la marine. Mais le point où s'est arrêté ce premier acheminement ne doit pas être regardé comme le terme des progrès où cette partie peut atteindre : loin de nous cette étroite pensée. J'entends partout la médiocrité qui, du fond de sa cale obscure, proclame à grands cris que nous avons jeté l'ancre aux colonnes d'Hercule, tandis que le génie fait avancer à pleines voiles la nef où la médiocrité se croit éternellement stationnaire.

Quelle est la partie de la marine qui n'ait plus rien à demander, soit à la théorie, soit à l'expérience ?

Est-ce l'art de donner à nos vaisseaux les formes les plus parfaites, tandis que les plus simples phénomènes du mouvement des corps flottants sont encore autant d'énigmes pour nous ?

Est-ce la disposition militaire de nos vaisseaux, dont touts les marins habiles se plaignent amèrement ?

Est-ce l'art de manœuvrer nos vaisseaux, cette immense combinaison de tant d'éléments divers, et pour laquelle nous n'avons pas seulement un manuel uniforme de préceptes ; tandis que touts les temps de la charge d'un fusil ont été calculés, et sont méthodiquement enseignés à nos soldats d'infanterie ?

Est-ce enfin l'art d'appliquer les forces de l'homme et de la nature aux grands travaux de nos ports ; quand jusqu'ici, malgré les meilleures intentions, tant de choses s'y font encore avec le plus de temps, d'hommes et d'argent possible.

Cessons de nous enorgueillir sur la prétendue perfection où nous sommes arrivés ; nous avons beaucoup fait sans doute, mais il nous reste infiniment plus à faire encore. Par un aperçu très-superficiel que nous présenterons bientôt, on

pourra juger de ce que des hommes plus habiles et plus profonds que moi, trouveraient de matériaux à mettre en œuvre pour exhausser l'édifice interminable, selon moi, d'une marine parfaite.

Puisqu'il nous reste encore tant à faire pour arriver au but, cherchons donc sans relâche les moyens les plus propres à nous y conduire. Il n'est que deux moyens pour produire de grandes choses dans un état, c'est de former la jeunesse, et de tirer parti de l'âge mûr.

On atteindra le premier but, en fondant des écoles d'après des vues grandes et libérales, où tous les moyens de donner un vaste essor aux facultés de l'homme, soient noblement employés. (*Vues sur les écoles, publiées à la fin de cet écrit.*)

L'utilité de ces écoles sera nécessairement lente et d'un effet qui ne s'apercevra que long-temps après qu'il sera produit.

Mais pour tirer parti des connaissances acquises par l'âge mûr, il est des institutions scientifiques dont l'utilité peut être immédiate et démontrée à tous les yeux, dès l'instant de leur création : ce sont les académies. Il suffit que le choix des membres soit bien fait, leurs travaux parleront pour eux.

Sans doute les académies ne peuvent pas donner aux hommes un talent qu'ils n'auraient pas

reçu de la nature ; aussi n'est-ce pas pour les hommes sans talent que les académies sont faites, et le plus sûr moyen de faire tomber ces institutions, c'est d'y mêler au mérite, la médiocrité qui l'étouffe par sa masse ou son inertie.

Une pensée me frappe avec force, elle m'entraîne et me démontre toute l'utilité des académies. Que l'homme d'un mérite obscur encore, mais digne de briller un jour avec éclat, cherche à faire connaître ses premiers essais, et veuille les présenter à ceux qui pourraient le mieux en juger ; il ne trouvera, chez plus d'un habile, que des dédains et des rebuts ; la porte de ces hommes superbes est plus inabordable pour lui que l'antichambre des seigneurs pour les pauvres plébéiens. Il renoncera donc à l'espoir humiliant de paraître devant ces étranges Mécènes. Il trouvera peut-être quelques aristarques moins hautains, mais ils seront plus timorés ; ils ne voudront jamais hasarder leur jugement, et rendront à l'auteur son premier travail, sans l'avoir encouragé par un seul mot flatteur (1). Joignez à ces froideurs,

(1) Avouons cependant que s'il est des hommes orgueilleux ou pusillanimes qui vous éconduisent ou vous repoussent, il en est d'autres dont la facile grandeur, pour parler le langage d'un orateur éloquent, se courbe sans effort, et se rapproche de nous sans perdre de son élévation. Aussi

à ces dédains, la modestie qui couvre ordinairement le vrai mérite, la fierté qui l'écarte de l'intrigue; enfin, cette incertitude que les hommes les plus confiants ont pourtant au sujet de leur talent, lorsque personne encore n'a semblé le reconnaître; et vous expliquerez comment tant d'esprits supérieurs restent confondus dans la foule, et perdus pour la société, qu'ils auraient à la fois honorée et servie.

Mais les académies sont, pour ainsi dire, un tribunal où touts les hommes ambitieux de l'estime accordée à d'utiles travaux, sont invités à venir déposer leurs titres et défendre leurs droits. Il n'est plus nécessaire ici d'être connu. Que l'auteur le plus obscur s'adresse à quelque académie bien constituée, son travail sera mûrement examiné, ses expériences refaites, ses citations, ses démonstrations vérifiées, ses idées nouvelles, ses découvertes reconnues, appréciées, proclamées. Voilà la noble justice qu'il trouvera dans ces grandes et belles institutions.

Cette facilité plus grande, offerte aux travaux des auteurs déjà formés, servira d'aiguillon aux

---

quel est l'homme qui ne date pas son essor des conseils et des suffrages de ces hommes si rares? mais à combien d'hommes faits pour la célébrité, n'ont pas manqué ces conseils et ces suffrages!

hommes qui sont dignes de marcher sur leurs traces. Touts, avançant vers un même but, reculeront les bornes de nos connaissances, même sur les routes où l'on croyait avoir atteint les dernières limites.

Il est donc hors de doute que les académies sont utiles aux sciences, aux lettres et aux arts, autant qu'à ceux qui les cultivent. Nous avons montré, dès le commencement de cet écrit, combien une académie pouvait spécialement être utile à la marine; nous n'avons donc plus maintenant qu'à chercher quel est le mode le plus avantageux pour instituer une semblable académie.

Si j'étais ambitieux d'un honteux et futile succès, j'abonderais dans l'esprit du moment, et je combattrais avec les armes du jour. Je ferais parler la puissance des vieux souvenirs, l'autorité des anciennes institutions, la prud'hommie, l'infaillibilité de nos pères, qui n'étaient pas hommes comme nous! A l'aide de ces grands mots, j'étourdirais la raison sur les dispositions les plus inepties, comme sur les principes les plus iniques; mais j'aurais flatté l'esprit de parti, et l'esprit de parti me ferait triompher.

Abandonnons ces palmes éphémères aux écrivains assouplis, qui, sous vingt gouvernements successifs, les ont cueillies avec tant de constance

et de dextérité. Qu'on oublie, qu'on dédaigne nos écrits; qu'on leur fasse même l'honneur de les haïr. Pourvu qu'on n'ait rien à reprocher à la moralité qui dicte nos discours et guide les actions de notre vie, ne s'élèvera-t-il pas au dedans de nous-mêmes une voix dont les suffrages vaudront mieux que les applaudissements des passions aveuglées?

Toutes les fois que je parlerai des institutions de nos ancêtres, je le ferai, je le jure, la main sur ma conscience. Quand elles me sembleront réunir la sagesse à l'équité, je serai leur plus zélé défenseur et leur plus ardent apologiste. Mais je ne serai plus qu'un historien sévère, impassible, dès qu'elles heurteront ou la raison, ou la justice. Je voudrais pouvoir élever une voix qui retentît au fond des cœurs de tous mes concitoyens, et qui leur dît : Pourquoi, sans nous croire plus sages que les autres générations, n'imitons-nous pas du moins celles que nous admirons le plus, afin d'être un jour admirés comme elles? Pensez-vous qu'elles sont devenues l'exemple des âges postérieurs, en consacrant servilement tout ce qui sentait encore la barbarie des temps plus reculés? Non, certes; c'est en portant sur les anciennes institutions l'œil profond du législateur, pour les modifier suivant les lieux, les temps et les mœurs. Imitons donc un exemple si beau, et portons cet

esprit dans l'examen impartial de toutes nos institutions, qu'il est important de rétablir aujourd'hui, pour ne reproduire d'elles que ce qu'elles avaient d'honorable et d'utile. Appliquons ces vérités générales au sujet qui nous occupe.

Lorsqu'en 1769 on rétablit l'académie de marine, ses attributions, ses prérogatives et ses devoirs furent fixés par un règlement dans lequel on trouve, comme dans tous les actes émanés d'esprits médiocres, des mesures sages dictées par de bonnes intentions, mais déparées par des dispositions peu convenables et même contraires au véritable objet qu'il fallait remplir. Exposons d'abord ce qu'il y a de bien dans les premières dispositions; nous dirons ensuite ce qu'il y a de mal dans les autres, et nous en proposerons la rectification.

Nul ne pouvait être candidat de l'académie, sans s'être fait connaître par quelque ouvrage ou par quelque mémoire qui montrât ses connaissances. Par ce moyen, les hommes d'une absolue nullité se trouvaient écartés, et ne pouvaient, à force d'intrigues, l'emporter sur d'habiles concurrents.

La présidence, la vice-présidence et les places de secrétaires étaient toutes annuelles; le président même ne pouvait pas être continué pendant deux années consécutives. Par ce moyen, ces

fonctions honorables, en passant tour à tour entre les mains des membres les plus considérés, leur offraient une espèce de récompense faite pour exciter leur zèle et soutenir leur activité. On sait d'ailleurs que, dans toutes les assemblées où la présidence est temporaire, elle est toujours exercée avec plus d'attention, plus d'égards, plus de respect pour les droits et les travaux de touts les membres.

Les articles relatifs aux devoirs des officiers de l'académie, à la tenue des séances, à l'ordre des matières qui devront y être traitées, sont développés avec beaucoup de soin, renferment à peu près tout ce qu'ils doivent exprimer, et ne prescrivent presque rien de superflu.

Pour éviter d'entrer dans des détails d'une très-faible importance, et dont l'examen paraîtrait extrêmement aride, nous citerons en entier, à la fin de cet écrit, tous les articles de l'ancien règlement qu'il est vraiment utile de conserver dans le nouveau.

Examinons maintenant les articles du règlement qu'il nous semblerait pernicieux de remettre en vigueur.

On dirait qu'en les rédigeant, on a oublié qu'une académie est une réunion dont les occupations doivent être purement spéculatives, et dont la composition doit être étrangère à toutes

les idées ordinaires de corporations administratives ou militaires. Ces articles veulent que l'académie soit essentiellement composée d'employés de la marine en activité; il y a plus, si quelque membre vient à quitter le service, sa place académique est regardée comme vacante. Je crois, au contraire, que l'homme retiré du service ayant à lui beaucoup de moments qu'il était obligé de donner à ses devoirs, en devient bien plus propre à cultiver les sciences et à suivre leurs applications dans les arts, occupations qui demandent un esprit libre de soucis, et des loisirs qui ne soient pas à chaque instant interrompus.

On dirait qu'en suivant l'esprit du règlement, on ait voulu mettre l'académie au nombre des *directions* de nos arsenaux, en la chargeant de diriger les travaux de l'atelier des boussoles, de la confection des divers instruments nautiques, du dépôt des fourneaux, etc. Ces attributions ne peuvent que nuire au bon ordre et à la célérité d'un service militaire, qui ne doit jamais être mené d'une manière académique. Ces attributions ne nuisent pas moins à la vraie considération de l'académie. En vérité, il ne serait pas plus déplacé de confier la direction des horloges de Paris à la première classe de l'Institut, que celle des horloges de mer à l'académie de marine.

Toujours dans le même esprit qui semble avoir

présidé à la formation de cette académie, il y avait une hiérarchie et des grades qui distinguaient les membres en classes plus ou moins élevées.

Au premier rang étaient les honoraires qui ne faisaient rien ou du moins pouvaient ne rien faire pour l'académie. Après eux venaient les hommes laborieux vulgairement chargés de faire honneur à l'académie, et qualifiés des belles épithètes d'*ordinaires*, d'*adjoints*, d'*associés*, etc.

D'après ces distinctions, les honoraires siégeaient sur le banc le plus distingué, les associés et les ordinaires sur un banc d'une moyenne considération; enfin les adjoints et les correspondants étaient au bas bout de l'académie, et si quelque chose doit étonner, c'est qu'ils fussent assis.

Nous venons de montrer qu'on avait réellement envisagé l'académie comme un des corps de la marine. Mais touts ces corps sont à la nomination du ministre : donc touts les académiciens doivent être nommés par Son Excellence. Des académiciens nommés par un ministre! En vérité, je n'aurais pas eu besoin de savoir que le règlement que nous examinons est signé de Praslin, pour juger que ces mesures sont émanées d'une tête étroite et orgueilleuse (1).

(1) C'est ainsi que les Mémoires du dix-huitième siècle

On avait cherché à pallier cette monstruosité, en laissant à l'académie la faculté de présenter deux candidats entre lesquels le ministre choisissait; mais avant qu'on élût ces candidats, le ministre de la marine, officiellement prévenu, avait dû donner l'ordre de procéder à l'élection, et l'on sent bien que cet ordre devait souvent être accompagné d'une apostille nominative.

Mais quand même l'académie eût voulu ne rendre justice qu'au véritable mérite, au risque de faire un choix qui déplût à l'autorité, le ministre ayant à choisir entre deux candidats, ne pouvait-il pas en exclure un à perpétuité, quels que fussent les talents de cet homme appelé par l'estime générale?

A l'époque où fut rédigé le règlement de l'académie, il semblait que le port de Brest fût tout dans la marine française. C'était là que résidaient les principaux officiers de cette arme, lorsqu'ils n'étaient pas à la cour; ce fut là que l'on crut devoir placer exclusivement l'académie de marine, et le nombre des académiciens du port de Brest dut toujours être au moins les deux tiers du nombre total des membres ordinaires.

---

peignent ce frère obscur d'un célèbre ministre, le duc de Choiseul. On connaît sa conduite avec Thomas et Barthélemy, écrivains aussi célèbres que vertueux.

Les Français ont, il faut l'avouer, d'étranges idées sur les sciences, les lettres et les arts. Ils croient qu'il n'est pas moins important de centraliser leurs lumières et leurs chefs-d'œuvre, que le siége et les grandes opérations de leur gouvernement. Ils avaient une académie française, c'était l'académie de Paris; ils ont un Institut de France, et c'est seulement l'Institut de Paris (1): de même aussi avaient-ils une académie de marine française, et c'était l'académie de Brest. Arrêtons-nous un moment sur un sujet qui n'est pas au-dessous des méditations les plus profondes.

Il est résulté de ces vues purement locales, appliquées successivement à nos diverses institutions, que toutes les lumières et toute l'expérience ont été concentrées sur quelques points isolés, tan-

(1) Je suis loin de vouloir joindre ma voix à celle des hommes qui attaquent les meilleures institutions, dès qu'elles n'ont pas des siècles d'antiquité, et surtout dès qu'elles tiennent à des époques réprouvées. Je crois au contraire que l'Institut, tel qu'il était dans sa première organisation, réunissait à la fois touts les avantages, et tendait à ne former qu'une seule et grande famille, de touts les talents supérieurs, dans quelque lieu de la France que le sort les eût jetés. Aujourd'hui l'Institut n'a plus que des associés étrangers, et des correspondants *provinciaux* que cette seule qualité rend incapables de recevoir le titre de membres, ni d'associés.....

dis que le reste de la France, privé de grands établissements, de grands monuments et de grands hommes, est resté comme la terre ingrate d'une génération reculée, ou d'une population moins favorisée de la nature.

C'est ainsi que Rome était pour ainsi dire seule au milieu de son immense empire; composait sa splendeur avec les dépouilles du monde, et partout éteignait le flambeau du génie, avec le même zèle que les Grecs avaient propagé sa lumière au temps de leurs conquêtes.

C'est que la Grèce, dans son admirable confédération, avait un tout autre système que cette Rome qui abattait les cités de l'Italie pour se grossir de leurs habitants expatriés. Mais ici ce n'est pas le but politique, c'est l'effet que nous voulons apprécier. On sait combien les Grecs ont été supérieurs aux Romains, surtout dans les sciences et dans les arts. Les monuments des Romains ne sont pas des enfants de leur génie, mais des productions de la Grèce, naturalisées dans l'Italie.

Si l'Italie moderne s'est élevée au-dessus de l'ancienne par ses progrès dans les arts et dans les sciences, c'est qu'elle a suivi le système des Grecs. Au lieu de croire qu'il n'y avait qu'à Rome où l'érudition, le goût, l'éloquence et le génie pussent naître et se développer, ils pensèrent sage-

ment que la nature n'était pas plus libérale envers Rome qu'envers Naples, Ferrare, Florence, Asti et tout le reste de leur terre féconde ; et le Tasse, l'Arioste, le Dante, Machiavel, Michel-Ange, Galilée, Alfieri et tant d'autres grands hommes, s'acquirent une gloire immortelle loin de la capitale de l'ancien monde, qui ne met plus sa gloire qu'à couronner la leur au faîte du Capitole.

L'Allemagne offre un spectacle moins brillant, peut-être, que tous ces beaux souvenirs de la riante Italie, mais qui n'en mérite pas moins l'admiration de touts les sages. Cette heureuse division de l'empire germanique en un grand nombre d'états confédérés, comme l'étaient les nations amphyctioniques, a produit dans l'Allemagne les mêmes résultats que dans la Grèce ; la civilisation et les lumières se sont également répandues dans toutes les provinces ; et Léibnitz, Euler, les Bernoulli, Wiéland, Klostop, ont été mis au rang des hommes les plus illustres, sans avoir été chercher ce je ne sais quoi, que dans chaque empire on ne trouve, dit-on, qu'au centre d'une capitale unique.

Combien nous sommes loin des idées des peuples qui nous environnent, nous qui livrons nos provinces à ce ridicule humiliant, que d'inconsé-

quents écrivains se plaisent à verser sur les travaux des Français, dès que ces auteurs ne respirent pas l'air privilégié de Paris!

Quel tableau terrible un écrivain véridique et courageux ne pourrait-il pas faire, en montrant par quel enchaînement funeste les plus heureux talents, pour se soustraire à l'inexorable anathème lancé sur les provinces, les désertent en foule, et n'y laissent que l'absolue médiocrité, apparemment pour justifier les mépris de la capitale! Voyez comme ils se précipitent vers Paris; et pour quelques-uns que la fortune élève au rang qu'ils méritent, quelle est l'effrayante destinée de tant d'autres! Je vois les uns mener une vie obscure, indigente et dédaignée; les autres, s'insinuer, ramper, parvenir à force d'intrigue et de souplesse; puis dominer et fouler aux pieds à leur tour: d'autres enfin perdre sans fruit, au sein d'une ville voluptueuse et corrompue, leur innocence, leur amour du travail et leur santé. Et voilà ce qu'ils préfèrent au sort si noble et si doux qu'ils pourraient s'assurer dans les lieux qui les ont vus naître, où leur âme se fût agrandie et fortifiée à l'ombre des vertus paternelles et des mœurs plus modestes de nos provinces! dans ces lieux où chaque instant de leur vie eût été marqué par un service à leur patrie, en répandant sur elle les bien-

faits du génie, en fécondant d'autres talents qui se seraient formés autour d'eux par leurs leçons et leur exemple!....

Sans espérer beaucoup qu'un semblable tableau dissipe notre aveuglement, nous fasse rougir de notre inconséquence, de notre injustice, et ramène l'opinion générale, je crois facile, en suivant ces idées, d'éviter les maux qu'elles retracent, et de transporter les avantages qu'elles présentent à nos institutions maritimes.

Les arts de la marine forment, pour ainsi dire, une classe à part; les hommes qui les cultivent ont leur langue, qui n'est pas entendue des autres hommes. N'augmentons pas cet isolement par des idées exclusives, diminuons-le plutôt s'il est possible. Rallions de toutes parts les marins les plus éclairés, et les autres citoyens les plus faits pour entrer avec eux en communauté d'idées et de lumières. Formons de la sorte une grande société, dont les membres, épars en apparence, soient réunis par l'affinité de leurs travaux. Qu'il y ait des académies de marine à Brest, à Toulon, à Rochefort, à Lorient, à Cherbourg; ces ports où notre marine possède les plus grands établissements; qu'il y en ait même à Paris, où tant d'hommes recommandables par leur profond savoir et leurs grands services, sont appelés à concourir aux opérations du ministère. — Je vois

dans ces dispositions nouvelles une foule d'avantages.

Il ne se fera plus, dans un seul de nos ports, la moindre découverte, le moindre perfectionnement, sans qu'ils ne soient propagés comme instantanément dans toutes les têtes pensantes. Si c'est au contraire une vieille erreur, une routine pernicieuse qu'il s'agisse de détruire, on ne pourra plus démontrer dans un seul port qu'elle est inconséquente et nuisible, sans que les preuves ne passent au même instant dans tous les autres ports. C'est une chaîne électrique établie entre les idées de tous les hommes; dès qu'un mouvement y donnera l'étincelle en un seul point, la commotion sera partout répandue.

Voilà comment, dans chaque port, on s'aidera des lumières de tous les autres ports; souvent les communications amèneront des observations nouvelles et d'heureuses modifications : ce sera encore un bénéfice pour la science et pour l'art.

Mais, nous demandera-t-on, une telle association de talents et de volontés, quelque précieuse qu'elle soit, est-elle possible à réaliser? Comment établir cette relation intime entre des académiciens qui résideront dans des villes fort éloignées les unes des autres; comment donner de l'unité à leurs travaux, etc.?

Je n'ai qu'une seule preuve à offrir pour dé-

montrer la possibilité de l'association que je propose, c'est de citer une association pareille qui subsiste et qui fleurisse maintenant; or, telle est la Société Italienne. Cependant quelles difficultés plus grandes n'a pas à vaincre cette Société dont les membres sont dispersés dans dix états indépendants. Néanmoins les travaux de la Société Italienne sont extrêmement recommandables, et font honneur à l'Italie; il suffit, pour s'en convaincre, de parcourir les volumes qui composent la belle collection de ses Mémoires.

Pour faire marcher vers un but unique les travaux de l'académie de marine, il suffit d'ériger en classes séparées les académiciens réunis dans chaque grand port, et de regarder la classe de Paris comme le noyau, le centre de toutes les autres. Aussitôt qu'un Mémoire, un ouvrage quelconque examiné dans un port, sera jugé digne d'être généralement connu, la classe de ce port s'empressera de le faire parvenir à la classe de Paris, pour être transmis à toutes les autres (1). Ainsi se formera, dans la classe de Paris, comme au dépôt le plus éclairé, la collection des Mémoires qui devront être publiés par l'académie : enfin ce sera la même classe qui dirigera leur impression et leur publication.

(1) Nous présenterons, dans nos bases réglémentaires, un moyen plus efficace encore.

Mais je bornerais à de purs actes d'obligeance toutes les fonctions de la classe de Paris, et je me garderais bien d'en faire une académie capitale dont toutes les autres ne seraient plus que des correspondantes subalternes.

N'oublions jamais que c'est dans les ports et sur la mer qu'on fera faire des progrès à la marine, et non pas dans les murs de Paris. C'est une vérité que les Parisiens, qui voient assidûment passer les trains et les bateaux sous le Pont-Neuf et le pont des Arts, n'apercevront peut-être pas avec beaucoup d'évidence, mais qui n'a nul besoin d'être discutée devant les vrais marins.

La classe de Paris, moins avantageusement placée que toutes les autres pour contribuer à l'avancement immédiat des arts de la marine, sera, par compensation, la plus avantageusement placée pour préparer, pour accélérer cet avancement. C'est par elle que les lumières de la capitale se répandront dans touts nos ports, comme des rayons émanés d'un foyer bienfaisant. Dès qu'un artiste, un physicien, un chimiste, auront trouvé dans la capitale quelque procédé, quelque application intéressante pour la marine, la classe de Paris s'empressera de le transmettre aux autres classes, en joignant à ces documents les vues les plus propres à rendre fructueux ce procédé ou cette application.

Je voudrais même que, sans attendre les nouvelles découvertes, on songeât d'abord à tirer le plus grand parti possible des découvertes déjà faites. C'est pour cela qu'il serait infiniment utile qu'à la fin de chaque année, la classe de Paris fît en quelque sorte la revue de nos arts maritimes, et, qu'après avoir publié le compte des travaux annuels de l'académie, elle indiquât aux diverses classes les travaux d'une utilité générale et particulière, dont il est raisonnable d'espérer le succès dans l'état actuel de nos connaissances. Ces vues bien présentées, seraient, pour l'année suivante, la base des recherches et des travaux des diverses classes. Ainsi les parties de la science et de l'art les plus arriérées encore, seraient portées peu à peu jusqu'au point où se trouvent aujourd'hui les autres parties, et toutes les ramifications de ce vaste système seraient également poussées vers la perfection.

Lorsque le ministère désirerait qu'on entreprît quelques travaux, quelques expériences, il s'adresserait à la classe de Paris pour en dresser le plan, et les autres classes suivraient ces instructions, qui du moins seraient dignes de leurs méditations et de leurs recherches.

Si l'académie de marine, par sa division en classes des ports et de Paris, doit trouver les plus grands avantages du côté de la communication et

du progrès des lumières, elle n'en trouvera pas de moindres du côté de l'impartialité de ses choix, et de la justice que son organisation la forcera de rendre au vrai mérite.

La nature a placé dans nos cœurs, avec l'amour de l'utile et du beau, le sentiment d'une vive reconnaissance pour les talents heureux dont les travaux sont revêtus de ce double caractère. Mais les petites passions, les petits préjugés, les petits intérêts d'une société trop rapprochée, luttent sans cesse à notre insu contre un sentiment si juste et si doux. Nous serions tentés de rendre au mérite une justice éclatante, mais à condition que cette justice ne l'élevât pas au-dessus de nous-mêmes dans l'opinion et dans l'estime des autres hommes, et ne lui donnât pas plus de titres que nous n'en avons aux places, aux honneurs et même à la simple considération. Voilà pourquoi nous ne pouvons souffrir le voisinage des hommes supérieurs.

Toujours conséquents avec nos passions, nous sommes moins injustes envers les hommes qui sont morts depuis deux mille ans, qu'envers les hommes dont la cendre est à peine refroidie; moins injustes envers ceux-ci qu'envers ceux qui nous offusquent encore de leur gloire personnelle; moins injustes, enfin, envers ceux qui vivent loin de nous, qu'envers ceux qui nous rapetissent en

s'élevant à nos côtés. L'égoïsme grave au fond de toutes les âmes corrompues, ce célèbre ostracisme d'une obscure cité de l'Asie-Mineure : « *Qu'il aille exceller ailleurs.* »

Ainsi, lorsqu'il s'agira de désigner les talents qui réunissent les plus beaux titres à l'admiration générale, les choix faits par des hommes éloignés du séjour des candidats, seront cent fois plus équitables que les choix faits par des juges qui verraient de trop près un mérite, objet de leur envie.

C'est d'après ces vérités très-peu flatteuses, mais néanmoins très-peu récusables, qu'il faudrait établir le système des nominations dans l'académie de marine. Lorsqu'il vaquerait une place dans quelque classe, elle proposerait touts les candidats qui se présenteraient, et les rangerait par ordre d'inscription ou par ordre alphabétique. Elle joindrait à leurs noms le titre de leurs productions, et les comptes qu'en aurait rendus l'académie à diverses époques. Ce tableau serait communiqué aux autres classes, sans observations personnelles; ensuite les six classes procéderaient séparément à l'élection. Le candidat élu par la majorité des classes serait déclaré membre de l'académie.

Si ce mode est fait pour révolter les hommes animés de l'esprit d'intrigue et de coterie, qui

mettent leur gloire à mener une société savante, au lieu de se borner à l'illustrer, il n'est pas fait pour plaire davantage aux gens médiocres, mais puissants.

Il est une autre observation. Que M. l'intendant, M. le commandant des armes, M. le lieutenant général, soient des hommes de mérite ou ne le soient pas, il est certain qu'ils seront choisis (1) à la grande majorité des suffrages, par la classe du port où ils exercent leurs fonctions et leur influence. Mais si ces officiers supérieurs ne sont connus ni par des écrits, ni par des travaux marquants, ni par de savants et glorieux combats, ils n'auront pas une voix dans les autres classes où leurs noms ne seront jamais parvenus. Voilà donc d'abord une grande injustice d'évitée.

Mais, m'objectera-t-on, que gagnerez-vous à cette sévérité déplacée? Vous indisposerez contre vous des hommes qui vous auraient protégé, qui auraient répandu sur l'académie la considération qu'on doit à l'éminence de leurs places. Ils vous eussent fourni les moyens d'exécuter vos tra-

(1) D'après le règlement de 1769, le commandant et l'intendant du port de Brest n'avaient pas même besoin d'être élus par les académiciens; ils étaient membres de droit, et comme on pense bien membres honoraires.

vaux, lorsqu'ils auraient pu croire y participer; ils s'empresseront d'y mettre des entraves, lorsqu'ils s'y croiront étrangers. Voilà quel sera le fruit d'un amour-propre mal placé.

J'ai vu quelques académies qui avaient eu la faiblesse d'admettre dans leur sein des hommes puissants et médiocres. Ils s'étaient laissé nommer, avaient apparu une fois, salué leurs collègues, en relevant la tête et rabaissant les sourcils, puis disparu, dès lors on n'avait plus joui de leur protégeante présence; ou, si par malheur l'un d'eux consentait enfin à se rapprocher de ses collègues, c'était pour en devenir le directeur et le tyran.

Et pourquoi s'étonnerait-on de ces manières qui constituent l'essence de la grandeur factice? Ne faut-il pas que la petitesse soit repoussante pour ne pas se laisser mesurer? Si vous l'approchiez une fois, vous la mettriez bientôt *à hauteur d'appui*, comme madame de Sévigné savait y mettre les prétendus beaux esprits.

Ce n'est peut-être pas une chose très-pernicieuse que l'admission d'un ignorant ou d'un sot dans une académie, quoique je sois intimement persuadé du contraire. Mais un très-grand malheur serait celui de ne pas s'associer touts les hommes que leurs talents appellent à cet honneur, et c'est en cela que la nouvelle organisation

de l'académie de marine me paraîtrait l'emporter infiniment sur l'ancienne.

D'abord l'académie de Brest n'avait qu'un très-petit nombre d'associés ou d'adjoints à Paris et dans les autres ports ; de sorte que beaucoup d'officiers, pleins de talent et justement estimés par leurs productions, ne pouvaient pas être de l'académie. Nous avons fait, au commencement de cet écrit, une énumération bien incomplète des auteurs que leur mérite rendait dignes d'être élus membres de l'académie ; mais il faut bien se garder de prendre une telle énumération pour la liste des membres de cette société ; à peine la moitié des noms que comprend notre énumération appartient-elle à cette liste.

Et lors même que touts ces talents si distingués eussent été associés à l'académie, si nous réfléchissons sur les travaux d'hommes isolés pour la plupart, qui ne peuvent se communiquer verbalement leurs idées, ni s'éclairer par la discussion, nous trouverons, toutes choses égales d'ailleurs, que leurs productions doivent être inférieures à celles des hommes qui sont aidés de touts ces secours : et quelle différence non moins grande ne doit-on pas trouver dans le parti qu'on peut tirer des travaux d'un académicien non résidant, ou des travaux d'un membre résidant, qui présente lui-même ses idées, y joint les éclaircissements

qu'elles exigent; les rectifie, s'il est nécessaire, et se trouve là pour répondre ou se soumettre aux diverses objections?

Pour faire jouir touts les membres de ces avantages si précieux, il faut les rendre touts des membres résidents. C'est ce qu'on exécutera par la division de l'académie en autant de Classes qu'il y a de résidences principales pour les officiers de la marine. Alors aucun talent distingué, aucun travail utile ne pourra plus être étranger à l'académie; et toutes les productions seront améliorées par un heureux commerce de toutes les connaissances utiles.

Je viens de faire connaître les principaux avantages qui résulteront de la division d'une académie de marine en Classes établies dans nos ports principaux et dans la capitale. Je crois avoir montré jusqu'à l'évidence que, par cette organisation, les travaux acquerront un ensemble, une activité, une perfection qu'ils n'ont jamais eue. Les connaissances utiles se répandront de la capitale dans les ports, et reviendront fructifiées, de touts les ports, dans la capitale. Les élections se feront avec un impartialité qui seule peut assurer la bonne constitution des corps littéraires ou savants.

En démontrant les grands avantages de cette institution, j'ai fait voir d'ailleurs qu'il ne fallait

pas rejeter cette idée, parce qu'elle est nouvelle, attendu qu'elle n'est pas nouvelle, et c'est un grand point que celui-là!....

Si le projet que nous proposons, obtient l'approbation de l'autorité supérieure, elle pourra facilement en réaliser les dispositions fondamentales. Mais il ne faudra jamais perdre de vue que, dans la nomination des premiers membres d'une académie, la précipitation conduit presque toujours à des choix dont le mal est irréparable. Au contraire une sage lenteur, en laissant tout le temps nécessaire pour bien apprécier les titres des concurrents, permet de leur rendre une pleine et entière justice.

Parmi les hommes d'un grand talent qui se trouvent à Paris auprès du ministère de la marine, on pourrait réunir 1°. touts les membres de l'ancienne académie de marine; 2°. les mem- de l'Institut qui tiennent à la marine; 3°. les membres du bureau des longitudes; 4°. les officiers les plus connus par les ouvrages utiles qu'ils ont publiés. Tel serait le noyau de la Classe de Paris.

C'est à cette Classe aussi bien composée, qu'il faudrait confier la création du noyau de toutes les autres Classes. En conséquence, après s'être choisi un président et un secrétaire, elle ferait savoir à Brest, à Toulon, à Rochefort, à Lo-

rient et à Cherbourg, que les auteurs de quelques ouvrages imprimés ou manuscrits, de quelque machine ou travail d'art important (mais toujours plus ou moins directement relatif à la marine), que ces auteurs, disons-nous, sont invités à se mettre sur la liste des candidats de l'académie. Il faudrait pour cela qu'ils envoyassent un exemplaire de leurs ouvrages, ou les plans, les descriptions de leurs inventions.

La Classe de Paris choisirait, par voie de scrutin secret, les trois candidats qui, dans chaque port, réuniraient le plus de suffrages : ils formeraient le noyau de la Classe de ce port.

Mais il serait de toute justice que si, dans ce même port, il se trouvait quelques membres de l'ancienne académie, il leur suffît de prouver leur élection, pour être mis de droit au premier rang dans le noyau de la classe de leur port.

Dès que les Classes seraient ainsi toutes représentées par un noyau, la Classe de Paris n'aurait plus que sa simple voix ; et l'on travaillerait de concert à compléter toutes les Classes, même celle de Paris, si quelque nouveau candidat, digne d'être élu membre, venait à présenter ses titres. On suivrait pour cela le mode indiqué par les dispositions réglémentaires que nous proposons.

Cependant il conviendrait que la Classe de Paris

qui, pour effectuer son premier travail, aurait reçu en dépôt les titres des personnes les plus recommandables de la marine, les fît valoir immédiatement, sans les renvoyer à leurs auteurs; et les fît passer aux autres Classes. L'élection se ferait à la majorité des décisions des Classes.

En proposant ces moyens d'instituer l'académie de marine, je crois seulement qu'ils sont infiniment préférables à toute nomination arbitraire. Mais je suis loin de les regarder comme les plus avantageux qu'il soit possible d'offrir. Je voudrais, au contraire, que quelque officier plein de mérite et d'expérience, s'occupât du soin d'en chercher de plus convenables, et je suis persuadé que son travail serait loin d'être infructueux.

Dès qu'une académie est instituée, elle doit marcher à son but; de même aussi dès qu'on a fixé les bases de cette institution, il faut poser ce but vers lequel devront se diriger et les vues et les efforts des membres de la nouvelle association : tel est le sujet qui nous reste à traiter.

L'article XXIV du règlement de l'académie portait : « Quoique les parties de mathématiques » qui ont un rapport direct à la marine soient le » principal objet du travail de l'académie, cepen- » dant les académiciens sont invités à étendre » leurs recherches sur tout ce qui peut être utile » ou *curieux* dans les autres parties des mathéma-

» tiques et de la physique, aussi-bien que dans » celles des arts et de l'histoire naturelle. »

Ce n'est, certes, pas aux parties des mathématiques qui ont un rapport direct à la marine, que doivent se borner les travaux de l'académie, mais aux parties de la marine qui ont besoin des mathématiques et des autres sciences, ce qui est tout le contraire.

Est-il possible, ensuite, qu'on ait mis la physique et ses applications, au nombre des *curiosités* dont il est permis à l'académie de s'occuper? Peut-on n'avoir pas vu que les arts de la marine doivent retirer au moins d'aussi grands et d'aussi nombreux services de cette science que des mathématiques?

A l'époque dont nous parlons, la chimie n'était presque pas utile aux arts : elle était encore trop peu avancée pour en éclairer les procédés. C'est pour cela sans doute qu'il n'en est pas parlé dans le règlement, même parmi les *curiosités* dont il était permis de s'occuper.

L'objet de l'ancienne académie de marine était donc trop vague et trop tourné vers les recherches spéculatives. C'est à l'Institut, c'est à nos sociétés savantes les plus distinguées, qu'il faut présenter des travaux purement scientifique et tout-à-fait abstraits; ce n'est pas à l'académie de marine. Il sera certainement d'un très-grand avantage, et même d'une absolue nécessité, que

les académiciens aient, dans les sciences, des connaissances très-étendues et très profondes. Mais il faut que ce soient, pour ainsi dire, des connaissances préliminaires dont on n'aperçoive que les applications à nos arts.

On concevra facilement combien ces observations sont fondées, si l'on réfléchit que le premier volume des Mémoires de l'académie de marine contient sept Mémoires de mathématiques abstraites et transcendantes, quatre d'astronomie, un de géographie; et pas un seul sur la construction des vaisseaux, ni sur leur installation, ni sur leur gréement, ni sur l'art militaire de la marine, cet objet vers lequel touts les autres doivent concourir comme moyens auxiliaires..... Ainsi la moitié des Mémoires que nous citons, est étrangère au but direct de l'académie.

On a bien senti la justesse de ces réflexions qui se présentent d'elles-mêmes, et l'on s'est efforcé de les réfuter, en rédigeant l'article *Académie* dans le Dictionnaire encyclopédique de marine.

« Quelques personnes ont pensé (dit-on dans » cet article, en parlant des Mémoires de l'aca- » démie) que les ouvrages de calcul analytique » et quelques-uns des autres contenus dans ce » volume, étaient déplacés dans un Recueil des » Mémoires de l'académie royale de marine. » Peut-être n'ont-elles pas assez réfléchi sur la

» liaison qu'ont entre elles toutes les sciences, et » sur la nécessité du calcul de la plus profonde » analyse pour la perfection de plusieurs parties » de la science du navigateur, prise dans toute » son étendue. Qui pourrait blâmer un artiste de » chercher à connaître les moyens, même éloi- » gnés, de réussir dans son art et de le perfection- » ner? »

Qui n'aperçoit pas sur-le-champ la futilité de ces raisons? Sans doute il faut qu'un artiste connaisse les moyens, même éloignés, de réussir dans son art; mais il doit les étudier dans nos écoles et non pas professer à l'académie les connaissances abstraites que chacun doit avoir acquises avant d'être élu membre. Sans doute aussi les sciences sont unies entre elles par des liens secrets qu'il faut resserrer de plus en plus au lieu de les briser, si l'on veut bien comprendre leur système et reculer leurs limites; mais lorsqu'on veut appliquer les sciences aux arts utiles, il faut faire son objet principal de cette application; laisser aux savants, purement savants, les spéculations purement abstraites, et n'emprunter à leurs profondes recherches que ce qui peut immédiatement perfectionner notre industrie.

Il faudrait donc bannir des travaux de l'académie, et surtout de la collection de ses Mémoires, les recherches abstraites sur les mathématiques,

la physique générale, la chimie, etc. Mais, je le répète, il faudrait accueillir avec empressement toutes les applications heureuses que ces sciences peuvent fournir aux arts de la marine.

Quels doivent être et l'esprit et la marche de ces applications?

Il n'appartient qu'aux génies du premier ordre d'employer les hautes théories de la science pour changer la face des arts. Ce n'est pas pour des hommes de ce rang qu'on doit tracer une route et fixer des limites. Mais les esprits distingués, quoique d'un mérite qui n'est pas extraordinaire, peuvent encore appliquer utilement les sciences aux arts; et comme ils sont toujours infiniment plus nombreux que les talents supérieurs, on peut retirer de leurs recherches des services multipliés et d'un ensemble très-marquant.

On peut partir d'un point plus ou moins haut dans les applications de la science. Entre la routine, qui demande tout à l'habitude et rien au calcul ni au raisonnement, et la pure théorie qui, à l'aide de ces derniers moyens, veut tout trouver sans recourir à l'expérience, il existe une infinité de routes intermédiaires. Cependant il en existe une seule qui, dans chaque cas, est la plus avantageuse. C'est à la saisir que consiste le principal talent de celui qui vise à des découvertes ou seulement à des perfectionnements.

Il faut toujours observer que plus on demande à l'expérience de données primitives et d'éclaircissements préliminaires, moins alors il reste à faire pour soumettre aux calculs ces résultats primordiaux, plus aussi ces calculs sont simples et faciles. Chacun partira donc, comme nous l'avons déjà dit, d'un point plus ou moins élevé, suivant que ses forces lui permettront de parcourir une route plus ou moins hérissée de difficultés.

Souvent il est impossible de calculer l'effet absolu de certaine force, tandis qu'il est facile de connaître les vrais rapports d'effets du même genre. C'est un nouvel ordre de connaissances très-précieuses, et souvent suffisantes pour éclairer la pratique des arts.

D'autres fois enfin, la recherche rigoureuse de tel ou tel effet, offre des difficultés insurmontables; et, par des hypothèses qui n'écartent du vrai but que de quantités négligeables, on obtient, à très-peu de chose près, ce qu'on n'aurait jamais pu connaître exactement. Voilà comment, par des routes plus ou moins directes, on peut atteindre la vérité, ou du moins tendre vers elle et s'en approcher de plus en plus.

C'est, comme on voit, en saisissant adroitement, dans chaque cas, les moyens les plus favorables aux diverses recherches, qu'on pourra s'élever jusqu'aux sujets les plus délicats, sans cesser

de suivre une marche élémentaire, et faite pour être saisie par le plus grand nombre des amis de la science et de l'art.

Cette marche est peut-être la moins brillante, mais elle est incontestablement la plus sûre, et c'est elle que suivront sans cesse les esprits sages qui voudront être vraiment utiles.

Nous venons de montrer d'une manière générale les rapports d'utilité que les sciences peuvent avoir avec les arts de la marine, et les moyens de répandre sur ces arts la lumière des connaissances théoriques. Indiquons maintenant d'une manière plus précise quelques travaux dont l'académie pourrait immédiatement s'occuper, et voyons jusqu'à quel point l'organisation que nous proposons serait favorable à ces utiles entreprises.

Un objet bien important prescrit par le règlement de 1769, et qui pourtant n'a pas été rempli pendant plus de vingt ans qu'a subsisté l'ancienne académie, c'est la composition d'un Dictionnaire de marine. Mais sur quel plan ce Dictionnaire doit-il être composé ?

La langue des marins a sans doute un fonds général, commun à tous les ports de France. Il y a cependant un grand nombre de termes et de locutions qui n'appartiennent qu'aux habitants de quelques côtes. Il faut d'abord soigneusement distinguer ces deux classes d'expressions.

Cette langue est tellement riche, qu'elle offre très-souvent plusieurs mots, plusieurs locutions, pour rendre la même action ou désigner le même objet. Au lieu de surcharger la mémoire par cette trop grande abondance d'expressions, il est naturel d'en faire un choix, de rejeter celles qui ont des synonymes exacts dans la langue française ordinaire, et, parmi les autres, de préférer celles qui satisfont le plus à l'analogie et à la raison.

Il faudrait donc que chaque Classe rédigeât le Vocabulaire spécial des parages de son arrondissement; indiquât le vrai sens et le sens abusif de touts les mots; fît connaître ceux qui ne sont qu'altérés par une prononciation ignorante et grossière; indiquât les origines, les étymologies, etc.

Avec le secours de ces Vocabulaires partiels, on pourrait charger la Classe de Paris de la rédaction du Dictionnaire général.

J'ai dit qu'il faudrait indiquer les étymologies des termes de marine; ces étymologies demanderaient des connaissances extrêmement variées. L'empire de la mer a passé successivement entre les mains des principales puissances limitrophes de la mer. A chacune de ces époques, la langue commune de la nation prédominante, a donné une foule d'expressions au langage de toutes les marines.

Ainsi notre langue maritime s'est formée, dans la Méditerranée, d'expressions grecques, romaines, arabes, italiennes, espagnoles, provençales, etc. Dans l'Océan, elle s'est formée d'expressions françaises, celtiques, suédoises, hollandaises, anglaises, etc. La filiation de ces idées est, pour ainsi dire, essentiellement liée à l'histoire maritime.

Considérée sous ce nouveau point de vue, l'étymologie des termes de marine, au lieu d'être l'étalage d'une sèche érudition, deviendra la clef d'une foule de faits piquants, de traits peu connus et presque touts intéressants pour l'histoire de l'art.

Une entreprise plus vaste et plus importante que celle d'un Dictionnaire de mots, est la description complète des arts de la marine. Ce travail ne ferait pas moins d'honneur à l'académie de marine, qu'un travail du même genre n'en a fait à l'académie des sciences de Paris (1). Il pourrait être même beaucoup plus parfait, parce que la collection publié par l'académie de Paris, était le fruit des recherches de savants presque touts étrangers aux arts qu'ils décrivaient; tandis que la collection publiée par l'académie de marine, serait le résultat de l'expérience d'hommes pro-

(1) La description des arts et métiers.

fondément versés dans les connaissances pratiques qu'ils auraient à faire connaître.

La Classe académique de chaque port ferait d'abord une description simple, claire et méthodique des pratiques des arts, particulières à ce port et aux côtes de son arrondissement.

Ensuite les Classes se partageraient entre elles les divers arts, en confiant toujours la description d'un art entier à une Classe, et dans cette Classe à un seul membre. On choisirait cet académicien de manière qu'il n'eût à décrire que des travaux qu'il aurait dirigés pendant long-temps et avec distinction.

Lorsque cette répartion serait bien arrêtée, chaque Classe remettrait à ses membres chargés de la description de tel ou tel art, la description de toutes les pratiques locales observées dans les autres ports; description qui serait par conséquent envoyée de ces ports. A son tour, cette Classe enverrait à toutes les autres les descriptions des pratiques particulières au port où elle serait instituée.

Les ouvrages publiés déjà sur les arts de la marine, pourraient être de quelque utilité dans ce travail; mais à l'exception de deux, peut-être, touts devraient être refaits sur d'autres bases, et subir dans leurs détails les plus grands changements.

Les meilleurs ouvrages publiés déjà sur les arts de la marine française, quoi qu'ils n'aient pour la plupart que trente ou quarante ans d'existence, sont à refaire aujourd'hui. Même depuis la publication des plus récents, des progrès sensibles, ou du moins de nombreuses innovations ont changé la face des choses; et la marine, dans l'état où elle se trouve maintenant, n'est réellement décrite nulle part.

L'un des deux ouvrages que nous avons indiqués comme méritant de faire exception à la plupart des reproches qu'on pourrait faire à touts les autres, est le Traité de la mâture par Forfait. Cette production est véritablement un modèle de raisonnement, d'ordre et de clarté.

Il existe, dit-on, dans les papiers laissés par Forfait, les matériaux d'une nouvelle édition plus complète et plus parfaite encore que la première. Le gouvernement ne devrait-il pas s'intéresser, pour l'amour de l'art, à la publication de cette nouvelle édition? Il serait digne de l'académie de marine de consacrer ses soins désintéressés à cette publication si désirable (1).

---

(1) Depuis que nous avons publié la première édition de cet écrit, le capitaine Willaumez, que la marine française vient de perdre, a publié une seconde édition de Forfait. Il l'a enrichie de notes la plupart fort intéressantes; il y a

Il est encore un autre ouvrage dont on ne doit parler qu'avec admiration, c'est le Traité de la Corderie. Ce chef-d'œuvre de Duhamel a besoin maintenant d'être retouché dans plusieurs parties; mais il faudrait, comme l'auteur, consulter sans cesse l'expérience et suivre sa méthode aussi sûre qu'ingénieuse, pour faire quelques pas dans la carrière qu'il a parcourue avec tant de succès.

Les traités qui ont paru sur la construction, le gréement, la voilure des vaisseaux, sont bien inférieurs à ces deux ouvrages. Il faudrait les refaire en entier, ne pas se borner à la stérile nomenclature des mots techniques, et au tarif de dimensions trop souvent arbitraires.

Il faudrait, en présentant ces idées mères qui fécondent tout un sujet, et répandent le plus grand jour sur ses diverses parties, faire connaître aussi touts les résultats d'expériences que la tête la mieux organisée ne saurait deviner; parce qu'ils sont des faits, des données de la nature, et non pas des conséquences auxquelles on puisse arriver par le raisonnement.

Ainsi le Traité de la construction des vaisseaux

---

joint une table des nouvelles proportions de la mâture de nos bâtiments de guerre, et d'un Mémoire sur la structure des mâts hollandais, composé par M. Rolland, aujourd'hui inspecteur général du génie maritime.

ne devrait pas être une amplification du devis de détail d'un soixante et quatorze, comme l'ouvrage de Vial du Clairbois (1); ni le développement des calculs des frégates et des corsaires, comme l'ouvrage de Chapman; mais le développement raisonné des procédés de l'art, de ses principes généraux et de leurs applications aux principales espèces de navires.

Malgré le mépris qu'affectent pour Duhamel ceux qui chérissent l'étalage des calculs et l'appareil de la science, je préfère de beaucoup l'architecture navale de Duhamel, quoique très-ancienne, à touts les Traités de construction qui ont paru depuis cet ouvrage. Il est plein de vues sages et d'idées excellentes, présentées avec une lucidité qui désespère les pédants, parce qu'elle rend tout élémentaire.

Il faudrait qu'un Traité du gréement ne présentât pas uniquement l'énumération des tours et retours de chaque cordage, mais donnât une idée positive de l'effet plus ou moins avantageux de

---

(1) Je serais très-fâché qu'on pût croire que je ne rends pas la plus entière justice aux services rendus à l'art par cet habile ingénieur; je suis persuadé, comme il le dit lui-même dans la préface de l'ouvrage dont je parle ici, qu'il eût autrement développé son sujet, s'il n'eût pas été forcé, par ses instructions, de se resserrer dans des limites trop étroites.

tous ces cordages; marquât l'imperfection des moyens actuels, en indiquant d'autres moyens, ou du moins en mettant sur la voie de leur découverte.

Une chose à laquelle n'ont pas pensé les auteurs qui ont écrit sur le gréement, c'est de décrire l'art manuel, le *métier* par lequel on exécute le gréement, et qu'on pourrait appeler le *gréage*. Cependant, combien n'importe-t-il pas aux officiers de marine de connaître tous les procédés du *gréage*? les moyens les plus prompts, les plus sûrs, de tailler, de garnir, de passer, de dépasser toutes les manœuvres qui composent un gréement compliqué!

L'arrimage et l'installation des vaisseaux ont aussi bien des choses nouvelles à présenter, et beaucoup d'anciennes à examiner, à réformer peut-être; mais l'auteur des deux ouvrages originaux qui traitent de ces matières importantes doit, dit-on, en publier une nouvelle édition, et ce n'est pas à nous qu'il appartient de donner des préceptes aux auteurs dont les leçons nous ont appris l'art qu'ils enseignent.

Nous n'avons qu'un ouvrage imparfait sur la voilure, sur l'art de faire les voiles et de fabriquer les toiles à voiles. Nous n'avons rien sur la poulierie, comme sur plusieurs autres arts importants pour la marine. Nous n'a-

vons rien non plus sur l'art d'exécuter et de faire agir les diverses machines qui servent aux grandes opérations de nos ports (1).

Je n'ai pas parlé de la manœuvre, ni de la navigation, ni des arts militaires de la marine, tels que l'artillerie, la tactique, etc. Cependant croit-on que nous soyons plus riches en écrits sur ces matières importantes, et que les écrits qui en traitent ne laissent plus rien à désirer?

Je m'arrête, parce qu'il deviendrait fastidieux de pousser jusqu'au bout une énumération déjà fort longue, et parce que plus les parties que je passe en revue s'écartent des arts que je dois connaître par état, plus je risque d'être taxé d'une présomption imprudente, en faisant connaître mes idées à leur sujet.

En choisissant pour exemples deux grandes entreprises, la composition d'un dictionnaire gé-

---

(1) M. Borgnis, ancien ingénieur des ponts et chaussées, vient de commencer une grande entreprise de ce genre. Cette entreprise ne se borne pas à la description des moyens méchaniques employés dans les arts maritimes; elle embrasse ceux des moyens analogues employés dans la plupart des autres services publics. On doit former des vœux pour que cette entreprise ait un succès qui corresponde à l'étendue ainsi qu'à la hardiesse du plan.

(*Note de cette seconde édition*).

néral et la description des arts de la marine, j'ai voulu montrer combien serait utile à ces travaux la division de l'académie en autant de classes que nous avons de ports principaux.

Les avantages de cette division ne se montreraient pas avec moins d'évidence dans les travaux d'un autre genre. S'il s'agissait de recherches, d'expériences, tantôt elles pourraient être mieux faites sur l'Océan que sur la Méditerranée, ou réciproquement; tantôt sur une rade vaste et tranquille, ou dans une mer agitée; tantôt dans un canal, ou sur un cours d'eau; et toujours il y aurait quelque classe qui se trouverait mieux placée que toutes les autres, pour atteindre le but proposé. C'est à cette classe qu'il faudrait confier les expériences et les recherches que l'on voudrait tenter.

Les parties expérimentale et scientifique ne sont pas les seules qui trouveraient des secours inespérés dans la formation d'une académie de marine, en suivant le plan que nous proposons. Il faut aussi compter les parties littéraire et historique, qui exigent à la fois les conseils du goût et les préceptes de la raison, pour les appliquer au rapprochement d'un grand nombre de faits, passés au creuset d'une critique éclairée. Ces parties prendraient une face nouvelle, un caractère plus solide et plus imposant, lorsque les écrivains pourraient

soumettre leurs idées, leurs descriptions, leurs conjectures et leurs décisions, au jugement collectif des hommes les plus instruits et les plus expérimentés, réunis par un lien général de confraternité. On verrait, sur les grands événements de l'histoire maritime, sur les questions d'art nautique et d'art militaire qui s'y rattachent, naître ces discussions profondes, qui, faites en présence d'un grand nombre de bons juges, sont nécessairement plus calmes et plus modérées dans leur forme, plus réfléchies et plus lumineuses dans leur expression, que ces conflits d'opinions qui s'élèvent parfois entre quelques individus dans la société, et qui, presque jamais, ne ramènent aucune des parties vers le sentiment de l'autre. L'opinion publique des marins rectifiée, dirigée par ces examens impartiaux, s'appuierait sur des bases de moins en moins arbitraires. Des matériaux choisis, examinés, épurés, seraient préparés de la sorte pour une bonne histoire de la marine; et nous apprendrions enfin à connaître les causes de nos triomphes passagers et de nos trop durables revers. La connaissance de ces causes nous montrerait comment nous pouvons éviter le retour des effets désastreux, et perpétuer la durée des prospérités dont la gloire n'a lui que par moments sur nos têtes.

Nous avons tâché de réunir les principales

ées qui nous semblent venir à l'appui des dis-
sitions que nous voudrions voir adoptées ; il
nous reste plus qu'à réunir ces dispositions sous
forme d'articles très-concis, afin que l'on puisse
ieux juger, par leur rapprochement, de leurs
antages et de leurs inconvénients.

BASES RÉGLEMENTAIRES

DE

L'ACADÉMIE DE MARINE.

COMPOSITION DE L'ACADÉMIE.

1°. Touts les officiers de la marine militaire ou commerçante, touts les Français habiles dans quelque art de la marine, sont également appelés à former l'académie : il n'y a entre eux aucune distinction.

2°. Leur nombre est illimité.

3°. Les étrangers célèbres par leurs travaux, leurs voyages ou leurs écrits, peuvent être agrégés à l'académie sous le titre d'*associés étrangers*.

4°. L'académie est divisée en six Classes établies à

I. Paris,	IV. Rochefort,
II. Brest,	V. Lorient,
III. Toulon,	VI. Cherbourg.

5°. Nulle Classe n'aura de prééminence sur les

autres Classes, comme nul membre sur d'autres membres.

6°. Chaque Classe aura son président, son secrétaire et son caissier annuels. Les deux derniers peuvent être réélus ; le président ne peut l'être qu'après un an d'intervalle au moins.

Du choix des membres.

1°. A la fin de chaque année, chaque Classe fera parvenir à toutes les autres la liste des candidats qui se présentent à elle.

2°. Le nombre des membres élus sera toujours moindre que la moitié du nombre total des candidats ; ainsi les Classes ne pourront donner leurs voix que pour un nombre de membres égal au plus à la moitié des candidats.

3°. Les candidats qui réuniront les suffrages de la majorité des Classes, seront déclarés membres.

4°. Deux Classes différentes et qui changeront chaque année, seront chargées de recueillir contradictoirement les nominations de toutes les Classes, et de leur communiquer séparément le recensement définitif de ces nominations.

5°. Les autres Classes adresseront à ces deux-ci, et elles s'adresseront entre elles un bulletin cacheté exprimant simplement ces mots :

A la pluralité des suffrages, MM..... sont jugés dignes d'être membres, par la Classe de.....

6°. La Classe qui aura proposé le candidat élu membre, lui adressera son diplôme nominatif.

7°. Pour être admis sur la liste des candidats, il faut avoir eu, au moins, deux mémoires qu'une des Classes ait jugés dignes d'être communiqués à toutes les autres : c'est d'après ces titres et les ouvrages connus des auteurs, que les Classes donneront leurs suffrages.

8°. La Classe de Paris pourra seule proposer la nomination des associés étrangers. Mais lorsque deux Classes se réuniront pour proposer un associé étranger, la Classe de Paris ne pourra se refuser à le mettre sur la liste des candidats.

9°. Cette liste sera toujours au moins triple du nombre des associés *élus*. Ces élections se feront, comme les autres, à la fin de chaque année.

Travaux de l'académie.

1°. Les travaux des Classes sont indépendants.

2°. Ils auront touts un *but direct* d'application aux arts de la marine.

3°. Chaque Classe est obligée d'entreprendre les expériences, les recherches, les calculs qui lui seront demandés par le gouvernement.

4°. Ces travaux entiers seront confiés à un seul

membre, ou divisés en parties bien distinctes, confiées chacune à un seul membre (1).

5°. Deux mois avant la fin de l'année, les Classes des ports enverront à celle de Paris le *compte rendu* de leurs travaux. Il ne devra pas excéder deux feuilles d'impression. Les Classes mettront leurs soins à présenter ces résultats de leur travail sous la forme la plus simple, la plus claire et la plus concise.

6°. A la même époque, les Classes enverront à Paris les mémoires qu'elles jugeront les plus dignes de l'impression, rangés dans un ordre déterminé par scrutin secret et à la pluralité des suffrages.

7°. Chaque Classe a droit d'avoir deux mémoires insérés dans le volume de chaque année.

8°. Si quelque Classe n'a pas deux mémoires à présenter, ou si la collection des douze mémoires des six Classes ne forme pas un volume suffisant, il sera complété avec les mémoires présentés subsidiairement par les autres Classes, à la suite des deux mémoires qui doivent paraître de droit.

---

(1) Il n'y a jamais qu'une personne qui travaille dans les commissions, lorsqu'elles font quelque chose; et le plus souvent elles ne font rien qui vaille. C'est que rien n'est plus personnel que les travaux de l'esprit et l'amour de la gloire, premier mobile de ces travaux.

9°. Dans le même cas, la classe de Paris ne pourra publier plus de deux mémoires subsidiaires; encore pour cela faudra-t-il qu'il y en ait au moins deux de quelque autre Classe.

10°. Lorsqu'un mémoire présenté à quelque Classe, lui paraîtra digne d'être connu de toutes les autres Classes, elle se décidera, par voie de scrutin secret, sur la proposition des commissaires chargés d'examiner cet ouvrage. Alors, il sera fait cinq copies de ce mémoire pour les cinq autres Classes (1).

11°. Les mémoires des savants qui ne sont pas de l'académie, lorsqu'ils auront été jugés dignes d'être ainsi transmis à toutes les Classes, seront réunis pour former, tous les deux ans, un volume de la Collection des Savants étrangers.

---

(1) La peine que donnera la transcription de cinq copies rendra les classes moins prodigues de cet honneur, et moins faciles à céder aux sollicitations que l'on pourrait leur faire à cet égard.

Articles du règlement de l'ancienne académie de marine, qu'il conviendrait de conserver, et d'appliquer à chaque Classe en particulier.

XIV. *Le président* (1) présidera aux assemblées, indiquera les mémoires qui seront lus, et proposera tout ce qui sera avantageux à l'académie, au progrès des sciences (2) qui ont rapport à la marine, et au bon ordre qui doit régner dans les assemblées.

Si les propositions souffrent quelques difficultés, on prendra les voix des académiciens, et on sera tenu de se conformer au résultat des délibérations.

Le plus ancien académicien présidera en l'absence du président.

XV. Le secrétaire tiendra les registres en bon ordre; il se fera remettre les mémoires qui auront été lus aux assemblées, pour les présenter au besoin. Il signera touts les mémoires et les datera aussitôt qu'ils lui auront été remis. Il signera de

(1) Le règlement porte : le *directeur présidera :* c'est une erreur. Un directeur commande une académie, un président se contente d'y maintenir l'ordre : j'en appelle aux académies qui ont le malheur d'avoir des *directeurs*.

(2) En conscience, ne faudrait-il pas ajouter à ces sciences, *les arts mêmes de la marine ?*

même touts les actes et rapports qui seront délivrés par ordre de l'académie. Il ne donnera aucune communication aux étrangers, des mémoires des académiciens, ni des registres, sans y être autorisé par l'académie.

Il recevra les mémoires qui seront envoyés à l'académie par ses membres non résidants, *ou des étrangers;* il en fera lecture aux assemblées; fera les réponses conformes aux intentions de la compagnie, et sera particulièrement chargé de la correspondance, quoique touts les académiciens soient invités à l'étendre autant qu'il sera possible.

Avant de faire partir les lettres qu'il écrira au nom de l'académie, il en fera lecture aux assemblées.

Il fera, à l'ouverture de chaque séance, le rapport de ce qui se sera passé dans la séance précédente, et un abrégé des mémoires qui y auront été lus. *Il fera, touts les ans, l'extrait des mémoires qui auront été lus à l'académie.*

XVIII. Les académiciens non résidants enverront, le plus souvent qu'ils le pourront, quelques mémoires ou dissertations relatifs aux travaux de l'académie, donneront exactement les éclaircissements qui leur seront demandés par la compagnie; et leurs mémoires qui seront jugés utiles, seront inscrits sur les registres.

XXII. Tout ce qui a rapport à la marine sera le principal objet du travail de l'académie. Elle continuera, surtout avec exactitude, la composition d'un *dictionnaire de marine*, et ceux de ses membres qui en seront chargés, en rendront compte dans les assemblées.

XXIII. Si quelque partie paraissait négligée, l'académie engagera quelques-uns des académiciens à s'y attacher; et, pour cet effet, elle les invitera à donner par écrit, au commencement de chaque année, le détail de leur projet de travail.

XXV. Les séances seront remplies par les délibérations sur les affaires de l'académie, et par la lecture des mémoires et dissertations qui y seront portés ou envoyés.

On commencera par la lecture des lettres, mémoires et dissertations des personnes non attachées à l'académie, que le secrétaire ou les autres membres auront reçus. Si ce sont des mémoires ou dissertations, elle nommera des commissaires pour les examiner, et, sur leur rapport, elle décidera de l'usage qu'elle en peut faire, et il sera répondu par le secrétaire ou autres membres de l'académie qui les auront présentés, pour en accuser la réception. Si ce sont des questions sur lesquelles on consulte l'académie, le secrétaire ou celui des académiciens auquel les lettres auront

été écrites, y fera également réponse, pour en accuser la réception, mais sans entrer dans aucun détail. Cependant, le président de l'assemblée pourra commettre quelques académiciens pour examiner le sujet de la question, et dresser un projet de réponse, s'il y a lieu, lequel ayant été ensuite examiné et approuvé par l'académie, sera envoyé à celui qui s'y sera adressé.

Le secrétaire lira ensuite les mémoires et dissertations qu'il aura reçus des académiciens *non résidants;* lesquels mémoires et dissertations resteront entre les mains du secrétaire, qui les datera et les signera; et, lorsque l'académie aura décidé de leur utilité, ils seront transcrits sur ses registres.

Après la lecture des ouvrages des académiciens non résidants, ceux qui le seront présenteront leurs propres ouvrages, lesquels seront également laissés entre les mains du secrétaire de l'académie, pour être par lui datés, signés et transcrits sur les registres.

Il en sera de même des relations de combats, extraits de journaux et mémoires concernant la marine, qui auront été lus aux assemblées.

Pour que les assemblées soient remplies, les académiciens sont invités d'apporter, chacun à leur tour, quelques mémoires de leur composition. Chacun de ceux qui seront présents, aura la

liberté de faire ses remarques sur ce qui sera lu et proposé, observant que ce soit avec modération, sans critique et sans partialité ; et si quelque chose souffre difficulté, le président prendra les voix.

XXVI. Si quelque académicien se propose de faire imprimer quelque ouvrage, l'académie n'y donnera son approbation qu'après le rapport des commissaires qu'elle chargera de l'examiner, et aucun de ses membres ne pourra en prendre le titre à la tête des ouvrages qu'il fera imprimer, s'ils ne sont pas approuvés par l'académie.

XXVII. Toutes les expériences qui seront rapportées par quelque académicien, seront par lui vérifiées dans les assemblées, s'il est possible, ou du moins elles le seront en particulier, en présence des commissaires nommés pour y assister.

XXVIII. Les assemblées de l'académie se tiendront dans une salle de l'arsenal à ce destinée.

XXIX. Le secrétaire de l'académie sera chargé, par inventaire, des livres, registres et instruments appartenants à l'académie, et il ne pourra rien déplacer sans le consentement de la compagnie, et le récépissé de ceux à qui il sera confié quelques-uns des objets ci-dessus.

XXX. Il sera destiné touts les ans une somme de..... sur les fonds de la marine, pour être

employée aux frais ordinaires de l'académie, achats de livres et d'instruments, etc. ; l'emploi en sera fait par le secrétaire, sur les délibérations de l'académie, et après en avoir rendu compte à l'*inspecteur* (1) de marine.

XXXI. Il sera fait mention sur les registres de l'académie, de ceux qui auront augmenté ses collections de modèles, cartes, plans, livres, tant imprimés que manuscrits, et autres objets qui lui seront utiles.

XXXIII. Touts les ans au mois de décembre, l'*inspecteur* (2) de marine et le président examineront si les livres et autres effets de l'académie sont en bon ordre, et en dresser ont procès verbal, qui sera lu à l'assemblée de la compagnie.

---

(1) Le règlement dit que ce sera l'intendant; mais comme il n'y a plus d'intendant, et surtout parce que ces fonctions sont de pures fonctions d'inspection, nous avons cru qu'elles devaient être confiées à l'inspecteur dont les registres doivent servir de vérification aux dépôts, cabinets, bibliothéques, etc., de l'académie.

Note de la seconde édition. Actuellement il y a des intendants; mais comme à la première organisation de la marine il n'y aura probablement plus d'intendants, nous croyons qu'on fera bien de laisser à l'inspection ou contrôle une vérification qui lui appartient naturellement.

(2) *Voyez* la note précédente.

XXXV. Le présent règlement sera inscrit sur les registres de l'académie.

A ces différents articles, il convient d'ajouter cette clause de l'art. XII.

Dans le cas où l'un des officiers (le président ou le secrétaire) irait à la mer, on nommerait à sa place, pour le temps de son absence seulement; de manière que si le temps de son exercice n'était pas expiré, il reprendrait ses fonctions jusqu'à la fin de l'année.

VUES

SUR LES ÉCOLES DE MARINE.

Pour former la jeunesse à l'art difficile et compliqué de la marine, il faudrait donner à l'instruction une base étendue et solide ; il faudrait que les écoles *spéciales* de la marine eussent pour but de former des officiers encore plus que des matelots. Car, s'il est indispensable qu'un bon officier soit en état d'exécuter lui-même tout ce qu'il ordonne d'exécuter, pour ne jamais rien commander d'absurde et d'impossible, et pour instruire autant par l'exemple que par les préceptes touts ses subordonnés, il est aussi de quelque importance que ce même officier leur soit vraiment supérieur par l'étendue de ses lumières et l'élévation de son caractère.

Unissons donc dans ces écoles, à ce qui doit former la pratique de l'homme de mer, tout ce qui peut développer son intelligence, agrandir ses idées, rendre ses sentiments plus honnêtes et ses passions plus héroïques.

Or, comme les beaux talents se développent

surtout au milieu d'un grand concours de rivaux, et comme une émulation généreuse s'établit d'elle-même dans les écoles nombreuses en élèves, je voudrais qu'une école unique fût créée, pour toute la marine, sur un plan digne d'une grande nation. Je voudrais même que les jeunes aspirants de touts les corps y fussent également admis, sauf à réserver ensuite des cours spéciaux pour ceux que leur vocation et leur talent appelleraient vers telle ou telle partie. Par là j'établirais entre les membres des divers corps, ces liens d'une amitié qui seule, entre toutes, croît avec l'âge, et se fortifie par l'expérience de la vie. Je répandrais dans touts les corps, les lumières de chacun d'eux, et bientôt les préjugés, les opinions fausses, l'esprit de contradiction et les systèmes d'entêtement, disparaîtraient par le rapprochement et le conflit de toutes les idées et de toutes les affections : ainsi, les ombres dures et tranchantes disparaissent des objets qui s'éclairent mutuellement des reflets de leur lumière.

Je crois donc que le rapprochement qui naîtrait d'une communauté d'études et de connaissances, entre touts les corps de la marine, serait infiniment utile. Mais il est certains corps, tel que celui des ingénieurs, qui, indépendamment de ces études générales, devraient toujours passer par des écoles spéciales, telle que l'École Poly-

technique, cette grande et belle institution, qui fait tant d'honneur à la France. Il suffirait ensuite que ces élèves restassent une année dans l'école générale de la marine; cela vaudrait beaucoup mieux que d'être élèves du génie maritime dans les ports, et de n'y rien apprendre que par routine ou par soi-même.

Tout devrait correspondre à la grandeur du plan que nous indiquons; il faudrait réunir les professeurs les plus habiles, pour diriger les études d'un aussi bel établissement. Mais, plus je serais difficile dans leur choix, plus je voudrais qu'au lieu de les traiter comme des matelots (1), d'une paie un peu supérieure à celle des gabiers et des timoniers, on les traitât avec ce respect et ces égards que les âmes bien nées trouvent si doux;

---

(1) A l'époque où l'on formait les équipages des vaisseaux en bataillons, *ce qui n'était pas une chose aussi mauvaise qu'on affecte de le croire*, on transformait en équipages les élèves officiers et même leurs maîtres. Croira-t-on qu'on eût étendu la manie de tout conduire avec la verge militaire jusqu'aux professeurs de ces écoles, qui, traités comme des matelots suspects, étaient habituellement *consignés* à bord du vaisseau-caserne? Ils devaient, à chaque fois, demander la permission d'aller à terre, après avoir rempli leurs devoirs, et n'obtenaient que rarement l'objet si naturel d'une sollicitation si humiliante.

d'avoir pour les hommes qu'un grand talent élève au-dessus de la sphère ordinaire.

Il faudrait donc, pour diriger une semblable école, et servir de guide à de tels maîtres, un officier connu par de longs services, par des actions d'éclat et surtout par sa belle âme. Je voudrais qu'il bannît à jamais ces infâmes traitements qui dégradent le cœur de la jeunesse. Je voudrais qu'on ne vît plus, comme on l'a vu, des élèves indignement garrottés par touts leurs membres sur les haubans d'un vaisseau-caserne : comme ces patibulaires que, dans notre ancienne et barbare jurisprudence, on attachait sur des poteaux et le long de la voie publique, afin d'épouvanter les malfaiteurs.

Non, vous ne connaissiez pas la jeunesse, hommes durs qui la traitiez ainsi. En vain vous me direz que la jeunesse indocile fait l'homme indiscipliné sous les armes, et turbulent dans les cités ; en vain vous me citerez pour exemple les anciens gardes et les anciens officiers de la marine ; je reconnais la vérité de vos principes et de vos citations. Mais pour rendre docile la jeunesse, il ne faut pas la révolter, et voilà l'effet que vous produisez sur son esprit. Il faut être bon, doux, facile même avec elle ; c'est par la raison, surtout, qu'il faut lui commander. Ayez seulement du mérite et de l'impartialité, et vous ver-

rez comme vous pourrez être bon impunément ; vous serez adoré, votre présence et vos conseils exciteront dans toutes les âmes une ardeur généreuse de bien faire, de mériter votre amour et vos suffrages. Ah! dites-moi, cette autorité toute paternelle n'a-t-elle pas plus de charmes à vos yeux que les liens, le pain et l'eau, et la prison, et la haine qui vous paie de tout cela?

Je voudrais aussi, je l'avoue, ne pas voir les élèves d'une nombreuse école, entassés sur un vaisseau, comme des prisonniers sur un ponton. Quelle indécence que ces leçons données dans un entrepont étroit, au milieu d'un entourage de toile qui reçoit un demi-jour par le vitrage d'un faux sabord!....

Placez votre école dans un édifice vaste et d'une architecture simple, mais imposante, où l'air circule partout en abondance, surtout dans vos dortoirs. Au lieu d'entasser vos élèves autour du maître, mettez-les en évidence sur les gradins d'un amphithéâtre ; la surveillance en sera plus facile et plus efficace. N'est-il pas tout simple qu'un auditoire composé de jeunes gens soit plus attentif et plus respectueux, lorsqu'il est de toutes parts en butte à des regards observateurs, que lorsqu'il est dans le désordre et presque dans l'obscurité?

Cette disposition d'ailleurs n'empêcherait pas

que les élèves ne s'embarquassent sur la corvette d'exercice, aussi souvent qu'il serait nécessaire ; mais ils devraient le faire avec ordre, et classés dans un rôle d'équipage et de combat, où ils rempliraient successivement touts les offices, pour qu'aucun ne leur fût plus étranger.

Voilà quelques vues que je jette en avant et qui me sont chères, parce qu'elles peuvent améliorer le sort de cette brillante jeunesse qui fait l'espoir de notre marine ; parce qu'elles peuvent contribuer à lui faire donner une instruction plus réelle, plus étendue et surtout plus fructueuse.

Avec quel plaisir je développerais ces premières idées, si l'on pouvait juger que ce travail eût quelque utilité ! Je voudrais montrer dans quel cadre il conviendrait de restreindre ou d'étendre les diverses connaissances enseignées aux élèves de la marine ; les moyens les plus simples, les plus faciles de leur présenter ces connaissances. J'indiquerais les ouvrages nouveaux qu'il faudrait composer, et ceux qu'il faudrait écrire de nouveau pour remplir cet objet ; enfin le plan qui devrait faire de touts ces ouvrages autant d'éléments d'un système unique et complet.

Depuis l'époque où ces vues sur les écoles de marine ont été publiées (vers la fin de 1814), la

marine agitée par des convulsions disparates, sous sept ministres différents, a subi plus de transformations que Protée, cherchant à fuir des bras nerveux d'Aristée. Il est inutile de dire que, au milieu de ces grandes agitations, les idées d'un officier caché dans les rangs subalternes n'ont pas même été aperçues.

Au lieu de réunir dans un centre unique d'instruction toutes les connaissances maritimes, on a divisé le savoir des élèves de la marine militaire, en savoir étranger à la mer et savoir particulier à la mer. La dernière partie s'enseigne à des détachements d'élèves dans les divers grands ports. La première partie est enseignée à la masse, dans un lieu qui n'a de maritime que le nom du grand amiral, et sur le sommet d'une montagne: comme ces colléges de derviches établis sur les hauts lieux, dans les déserts de l'Asie, pour oublier la connaissance du monde, et voir de plus près les flambeaux des cieux.....

CONSTRUCTION

DU BREAKWATER,

OU

JETÉE DE LA RADE DE PLYMOUTH.

La rade et le port de Plymouth sont peut-être les lieux où la nature a le plus fait pour la marine, et dans l'endroit le plus important au salut de la Grande-Bretagne. L'industrie, la force et l'opulence ont réuni leurs efforts pour tirer de ces localités tout ce qu'il était possible d'en espérer. Aux confins du Devonshire et de la province de Cornouailles, on voit sur une côte fortement accidentée, et dans une étendue de trois milles seulement, s'élever trois villes riches et populeuses. Plymouth, Stone House et Plymouth-Dock. Deux fleuves, le Plym et le Tamer, s'élargissant à quelque distance au-dessus de leur embouchure, forment deux vastes bassins, le Catwater et le Hamoaze; ils viennent confondre leurs eaux en avant de ces trois villes, dans un nouveau bassin plus vaste

encore que les deux autres : c'est la rade de Plymouth, appelée *Sound*.

Les établissements du commerce et la ville de Plymouth sont situés sur la rive droite du Plym, au bord du Catwater. Les établissements de la marine militaire et de l'artillerie, ainsi que la ville de Plymouth-Dock, se trouvent au contraire sur la rive gauche du Tamer, au bord du Hamoaze. Les deux villes sont insensiblement réunies par l'agrandissement d'une troisième appelée Stone-House, et qui s'étend dans un vallon intermédiaire : ces trois cités présentent une masse d'habitations peuplées par plus de soixante mille individus.

Plymouth et Stone-House ne sont pas entourées de fortifications ; elles sont protégées, du côté de la mer, par une citadelle élevée sur un promontoire.

Les feux de cette citadelle se croisent avec ceux d'une île que la nature semble avoir placée à l'entrée du Hamoaze, pour rendre plus sûr encore le mouillage des vaisseaux dans cet immense arrière-port : c'est l'île de *Drake*.

J'aime à voir que la reconnaissance nationale ait fait appeler cette île du nom de l'illustre Drake, qui, dans la paix, alla découvrir de nouvelles contrées et partager la gloire des Américet des Colomb ; qui, dans la guerre contre l'Es-

pagne, partit de Plymouth pour aller à la défaite de la *Grand Armada*, comme Thémistocles partit d'Athènes pour aller vaincre la flotte du grand roi; qui fut, après les combats, le père des guerriers que son génie avait conduits à la victoire; et qui, par une ingénieuse économie, sut trouver dans les faibles, mais continuelles épargnes de touts les braves, de quoi rendre heureux les derniers jours du vétéran que la faulx des batailles n'a frappé qu'à demi, et de quoi sauver de la détresse la veuve et l'orphelin du marin mort pour la patrie.

A ces titres, qui doivent rendre le nom de Drake vénérable aux Anglais, et cher aux amis de l'humanité, une cause plus directe se joint encore pour commander la reconnaissance des habitants des rives du Plym et du Tamer.

Depuis les montagnes de Dartmoor jusqu'à Plymouth, c'est-à-dire, dans un espace de plus de vingt milles, est un aquéduc dont Drake a donné la direction, et dont il a fait toute la dépense; ensuite il a fait présent à la corporation de Plymouth, de ce beau monument d'utilité publique.

L'île de Drake divise en deux l'entrée du Hamoaze: du côté du nord, elle croise ses feux avec ceux de la citadelle, ainsi que nous l'avons dit.

Du côté de l'ouest, elle les croise avec ceux des batteries du mont Edgecumbe.

Le mont Edgecumbe est assis sur une large base; il s'élève et s'avance comme un grand promontoire, en fermant la limite occidentale de la rade de Plymouth. D'antiques plantations étendent sur ses flancs leurs majestueux ombrages, et de son sommet on jouit d'un des plus beaux aspects que l'Angleterre puisse offrir. A l'orient, le spectateur aperçoit, comme à ses pieds, la rade et les vaisseaux armés qui s'y trouvent au mouillage. En ramenant successivement ses regards vers le nord, l'occident et le midi, l'œil prolonge d'abord le bassin naturel du Catwater, au fond duquel il découvre les digues, les desséchements, les bois et le château du beau manoir de Saltram. Sur la rive opposée de ce bassin, et plus près du point de vue, la ville de Plymouth se déploie sur un vaste talus. On voit se dessiner la ligne étroite et longue formée par les maisons de Stone-House, en avant desquelles s'élèvent la citadelle et les casernes isolées des Royal-Marines. On découvre en arrière l'hôpital de l'Ordonnance et le magnifique hôpital de la Marine. Plus à gauche encore, le Hamoaze, comme un tronc vigoureux qui pousse en tout sens de forts rameaux, étend sur ses deux rives de nombreuses et profondes ramifi-

cations. Dans une longueur de plus de quatre milles, son cours principal est rempli par des vaisseaux, des frégates et de moindres bâtiments de guerre, ou complétement désarmés, ou gréés et prêts à compléter leur armement afin de remplir une mission soudaine. Enfin, pour couronner ce magnifique tableau, les plaines, les collines et les hautes montagnes de Cornouailles et du Devonshire forment à l'est, au nord et à l'ouest un immense amphithéâtre de guérets, de prairies, de bruyères, de forêts et de rochers. Les deux ailes de cet amphithéâtre s'étendent par degrés insensibles jusqu'à l'Océan, dont la plaine immense n'offre à la vue pour tout repère que le phare d'Edystone.

Ce monument remarquable, fondé sur la base étroite qu'offrait un rocher isolé, à douze milles au large, s'élève à une grande hauteur. Néanmoins quand la mer est agitée, il disparaît souvent tout entier, enveloppé dans l'épaisse vapeur des vagues qui se brisent à ses pieds, et qui montent en glissant sur la surface inclinée de son revêtement. Un ancien phare existait, il n'y a pas plus d'un siècle, à la place de celui qu'on admire maintenant. Une tempête survint au milieu d'une nuit; et, lors que le jour parut, on ne vit plus que le rocher sur lequel s'élevait le monument indicateur.... Alors on chargea le célèbre Smeaton de bâtir un

nouveau phare. On lui fournit du granit, du fer et des hommes; il se surpassa lui-même, et fit un chef-d'œuvre qui paraît devoir résister aux fureurs de la mer pendant une longue suite de siècles.

Maintenant que nous avons fait connaître la topographie admirable des environs de la rade de Plymouth, décrivons le grand ouvrage qui manquait à cette rade, pour en faire un des mouillages les plus sûrs pour la retraite ou le rendez-vous d'une armée navale.

La rade de Plymouth qui est large et profonde, qui se trouve entourée à l'est, au nord et à l'ouest par des collines et de hautes montagnes, est à l'abri de touts les vents depuis le sud-est jusqu'au nord, et depuis le nord jusqu'au sud-ouest. Des quatre angles droits qui forment l'amplitude de la rose des vents, ils n'en reste donc qu'un seul dont les directions puissent troubler la tranquillité des eaux dans la rade de Plymouth. Mais comme ce dernier angle correspond à une mer ouverte et qui n'est brisée par aucune île, les lames du large arrivent dans le Sound avec toute la fureur qu'elles ont en se précipitant contre des côtes découvertes. L'enfoncement même dans lequel elles viennent s'engouffrer, loin de diminuer leur énergie, augmente leur profondeur et leur puissance, par le même effet qui rend les marées bien plus sensibles dans les détroits et les golfes res-

serrés que dans les vastes mers dont aucun obstacle ne contrarie les mouvements.

Pour rendre parfaitement sûr le mouillage des vaisseaux dans la rade de Plymouth, les Anglais ont imité l'exemple que nous leur avons donné, en construisant la jetée de Cherbourg. Mais ils n'ont pas eu, comme nous, à faire de grandes et coûteuses expériences. Ils ont économisé les sommes immenses que nous avons employées à connaître jusqu'à quel point on peut affronter les fureurs de la mer, et résister à ses efforts les plus grands, par une simple digue à pierres perdues.

A deux milles en avant du fond de la rade, ils ont tiré une ligne droite de l'est à l'ouest (1); ensuite ils ont prolongé cette droite par deux parties rentrantes, mais rectilignes, et formant avec la base principale un angle de cent trente-neuf degrés. Telle est la ligne directrice sur laquelle on a fait courir le profil de la jetée.

La longueur totale de cette ligne est de quatre mille deux cents pieds. Quand la jetée l'occupera toute entière, il restera deux passes pour entrer dans la rade, l'une à l'est, n'ayant pas un demi-mille de largeur, mais assez profonde pour le passage des vaisseaux, jusqu'à peu de distance du rivage; l'autre à l'ouest, ayant plus d'un mille

(1) Elle est de quelques degrés inclinée vers le nord-ouest.

de largeur, et présentant, dans une étendue de deux mille sept cents pieds, assez de profondeur pour le passage des vaisseaux.

En sondant la rade, suivant la ligne où l'on construit la jetée, on trouve que la profondeur moyenne des eaux est de trente-six pieds au-dessous des basses mers. Dans les équinoxes, la différence de la plus haute mer à la plus basse est de dix-huit pieds ; la jetée doit s'élever de trois pieds au-dessus de cette dernière limite. Cela porte donc à cinquante-sept pieds la hauteur moyenne de la jetée.

Sa largeur est de trois cents pieds à la base inférieure, et de trente seulement à la base supérieure. Ces deux bases sont raccordées par des pentes rectilignes. La section transversale de la jetée est par conséquent un trapèze, ayant pour longueur de ses côtés parallèles trente pieds et trois cents pieds. Le côté incliné ou talus intérieur a cent quatre-vingts pieds de longueur horizontale (1) ; le côté incliné ou talus extérieur a quatre-vingt-dix pieds de longueur horizontale. Par conséquent, sa pente est trois fois plus forte que celle du talus extérieur.

---

(1) C'est-à-dire qu'une ligne de plus grande pente mesurant ce talus, et projetée horizontalement, a quatre-vingts pieds de longueur.

Pour bâtir l'immense solide dont nous venons de faire connaître les dimensions, on avait à choisir entre la pierre blanche de Portland, fournie par une côte assez voisine, le granit qui forme l'ossature des montagnes primitives de Cornouailles et du Devonshire, et le marbre qui constitue les montagnes secondaires, et que recouvre une légère couche de terre végétale : c'est le marbre qu'on a préféré.

On rase des collines de marbre qui bordent la rive gauche de l'embouchure du Plym (le Catwater). On détache, par le secours de la poudre, des masses dont le poids va jusqu'à dix mille kilogrammes. Ces masses sont jetées à la mer sans aucun ordre particulier, mais dans les limites que détermine l'alignement de la jetée. Par le moyen de la sonde, on fixe le point où il faut s'arrêter dans chaque partie des talus intérieur et extérieur.

Lorsqu'on arrive à la partie découverte lors des basses mers, on emploie les plus gros blocs de marbre. On les enchâsse de manière à produire le plus de résistance possible à tout dérangement causé par les lames de la mer. Cependant on ne les unit pas de manière à former extérieurement une surface continue. Elles présentent de fortes aspérités qui forment véritablement un *brise-laine*, ou *break-water*.

Le talus intérieur, depuis le niveau des basses

eaux jusqu'au sommet, ainsi que la partie horizontale du sommet, forment une surface unie et continue. Mais les matériaux dressés, aplanis à la surface extérieure, ne sont pas équarris sur les autres faces. Les blocs sont enchâssés l'un dans l'autre, et représentent parfaitement, quant à leur forme, à leur masse, à leur connexion, ces anciennes constructions célèbres par leur solidité, et connues sous le nom de *constructions cyclopéennes*.

Après avoir donné l'idée de la structure du break-water, nous avons à parler des moyens employés pour extraire le marbre des carrières, pour l'embarquer sur des navires et le débarquer au point convenable. Ces moyens sont généralement aussi simples qu'ingénieux, et nous semblent mériter toute l'attention des gens de l'art.

Les collines où se fait l'extraction du marbre se prolongeant jusqu'au bord du Plym, on a commencé par bâtir un quai sur cette rive, afin de se procurer des calles d'embarquement où plusieurs navires pussent charger à la fois.

Les collines sont partout couvertes d'une terre végétale plus ou moins épaisse. On enlève graduellement cette couche avant de faire sauter le marbre qu'elle recouvre, et l'on avance en coupant la colline depuis le haut jusqu'en bas, par tranches à peu près verticales.

La terre végétale qu'on enlève, et les menus

éclats de marbre provenant de l'excavation, sont amoncelés et forment une colline artificielle qui s'élève à côté de celles qu'on voit peu à peu disparaître. Avec des chaînes de fer, on a jeté des ponts volants du sommet de la nouvelle colline au sommet de la colline primitive. Les ouvriers, avec des brouettes et des civières, effectuent sur ces ponts le déblai de la terre végétale.

Le travail de la mine ne m'a pas paru présenter de procédés particuliers; il est seulement beaucoup plus facile, lorsque le marbre est dressé par couches verticales, que quand il est assis par couches horizontales. Un fait géologique qui n'est pas sans exemple, mais qui paraît toujours remarquable, c'est qu'il y a dans la même colline des couches à peu près horizontales, contiguës à d'autres couches à peu près verticales. Les blocs les plus considérables, réservés pour les parties extérieures et supérieures de la jetée, sont tirés de ces dernières couches.

Au pied de chaque tranche de la colline se trouve une file de grues établies d'une manière extrêmement simple. Leur pied repose sur une crapaudine enfoncée dans le sol; leur tête tourne dans un collier de fer garni d'anneaux, auxquels sont fixées des chaînes de fer. Ces chaînes, au nombre de quatre à cinq, sont dirigées, les unes de haut en bas, et trouvent sur le sol leur point

d'attache ; les autres de haut en bas, et trouvent leur point d'attache sur le sommet de la colline.

A mesure que l'excavation avance, on change les points d'attache des chaînes, et l'on fait avancer la rangée de grues : de manière que les quartiers de marbre détachés par la mine, et jetés jusqu'en bas par les ouvriers, puissent partout être saisis par quelque grue. Chacune d'elles est mue par le moyen d'une double manivelle, dont l'axe porte un pignon ; ce pignon fait mouvoir une roue dentée qui s'engrène avec le pignon fixé au cylindre sur lequel la chaîne qui doit soulever le fardeau s'enroule et se déroule.

Deux hommes suffisent à la manœuvre de chaque grue. L'un passe et croche ensemble les deux bouts de la chaîne, autour du bloc à soulever ; l'autre tourne la manivelle. Dès que le bloc est dégagé de ceux qui l'entourent, l'ouvrier qui l'a fixé par la chaîne le pousse avec ses mains, et fait tourner la grue sur elle-même, jusqu'à ce que le fardeau vienne à l'à-plomb d'un chariot plat, porté par quatre petites roues de fer coulé, et d'égal diamètre.

Le bloc déposé sur ce chariot, les deux ouvriers de la grue passent à l'extraction d'un nouveau quartier de marbre, et à son chargement sur un nouveau chariot.

Ces petits chariots sont armés par devant et par

derrière de deux fortes mains de fer pour accrocher les traits d'un cheval, soit aux unes, soit aux autres; suivant que l'on veut faire avancer ou rétrograder le chariot qui ne peut tourner sur ses roues.

Les roues sont engagées sur les rainures d'une route en fer, ou *rail-road*, préparée à cet effet. Ces routes concourent aux différents points d'embarquement, et se ramifient jusqu'à chacune des grues dont nous venons de décrire la manœuvre.

A mesure qu'un chariot vient d'être chargé par ces grues, un conducteur arrive avec son cheval, dont il accroche les traits aux mains de fer antérieures de ce chariot. Il part, et devance un peu son cheval pour détourner touts les tourniquets de fer qui servent de rebord à la route en fer, aux endroits où, deux routes se croisant, il faut que leur rebord puisse prendre deux directions différentes dans cette partie d'intersection.

Les routes conduisent au point d'embarquement parallèlement au quai. Il faut faire faire un quart de conversion au chariot qu'on amène suivant cette direction, afin de pouvoir l'embarquer sur le navire qui l'attend au bord du quai.

A cet effet un plateau circulaire en fer fondu porte, sur deux cordes parallèles, des rebords qui semblent le prolongement des rebords de la route en fer. Ce plateau, dont le centre est au milieu

de la route, tourne sur des roulettes établies circulairement et en dessous. Il est d'ailleurs emboîté par un cerceau de fer coulé, et fixe dans le sol, qui l'empêche de se jeter d'un côté ou de l'autre.

Le conducteur ayant amené son chariot jusque sur le plateau, dont les deux rebords prolongent alors la direction de la route, il détache son cheval, et fait tourner à la main le plateau avec le chariot, jusqu'à ce que les rebords du plateau se trouvent alignés sur ceux du petit retour de route qui conduit au navire, perpendiculairement au quai.

Une forte poutre est enchâssée fixement sur l'arète du quai. Deux poutres dirigées perpendiculairement à celles-ci sur le prolongement des côtés du petit retour de route, sont fixées avec de solides charnières en avant de la poutre immobile. Les ornières en fer de la route se prolongent sur ces deux poutres, qui peuvent s'élever et s'abaisser en tournant autour de la poutre fixe. Le bout libre des deux poutres vient poser sur le seuillet d'un sabord d'embarquement du navire à charger. Suivant que la mer est plus haute ou plus basse, les poutres changent d'inclinaison, sans qu'elles cessent pour cela d'aboutir au seuillet du sabord.

Les navires que l'on emploie au transport des blocs de marbre n'ont qu'un seul pont sur lequel

sont fixées deux routes en fer; elles vont depuis la poupe jusqu'à la proue, l'une à tribord, et l'autre à bâbord. Deux routes semblables suivent la même direction dans le fond de la cale.

Un cabestan horizontal établi sur le milieu du navire, et mû par le moyen d'un rouage en fer, fait avancer le chariot depuis la plate-forme circulaire où nous l'avons laissé, jusque sur le pont du navire où l'on range les chariots de manière à ce que l'avant de l'un touche l'arrière de l'autre.

Pour descendre dans la cale les chariots qu'elle doit contenir, une partie de la route du pont, à partir du sabord, tourne sur des charnières fixées contre ce sabord, s'élève et découvre une autre route inclinée sur laquelle les chariots descendent par leur propre poids. Ils ne peuvent d'ailleurs prendre une accélération dangereuse, parce que leur arrière est retenu par un palan dont on file régulièrement le cordage ou garant.

On conçoit que, pour assurer la stabilité du navire dans touts les moments de son chargement, il faut commencer par embarquer touts les chariots de la cale, en les introduisant alternativement à tribord et à bâbord, pour que le navire ne penche jamais trop, ni d'un côté, ni de l'autre : ce qui rendrait les manœuvres difficiles, et quelquefois même dangereuses.

DESCRIPTION

DU CANAL CALÉDONIEN,

PRÉCÉDÉE

De quelques considérations sur l'état de la haute Écosse.

Le canal Calédonien mérite également l'attention des ingénieurs, des économistes et des hommes d'état, par la grandeur des travaux qu'il exige et leur difficulté; par l'influence de cet ouvrage sur l'industrie et la culture des contrées environnantes; enfin par la révolution commerciale que doit produire le changement de route des navires qui, maintenant, sont obligés de doubler avec un grand danger les îles Orcades, pour aller et venir de la Baltique dans l'Océan Atlantique; tandis que désormais ces navires trouveront une route à la fois plus directe et plus sûre pour effectuer le même trajet.

Le célèbre James Watt, à qui l'Europe doit l'application des machines à vapeur aux arts utiles, et qui dans le commencement de sa carrière exerça la profession d'ingénieur civil à Glascow,

fit, dès l'année 1773, un plan-cadastre des parties centrales de la haute Écosse; mission que lui confièrent les commissaires des biens confisqués par suite de la rébellion de 1745. Parmi les moyens d'améliorations proposés par M. Watt pour les mêmes contrées, étaient le canal de Crinan, qu'on a depuis exécuté (1), et le canal Calédonien qu'il proposait d'ouvrir entre Inverness et Fort-William.

Nous allons d'abord exposer les motifs qui ont décidé la construction de ce canal : ils tiennent essentiellement à l'état politique de la haute Écosse.

Lorsqu'en 1745 le prétendant de l'Angleterre essaya de recouvrir le trône occupé par ses ancêtres, c'est dans la haute Écosse qu'il vint d'abord chercher des partisans et des défenseurs. Les chefs ou capitaines des Clans (2) n'eurent qu'à lever l'étendard de la révolte, et sonner la corne-

---

(1) Sous la direction de M. J. Rennie. Ce canal traverse un isthme de la presqu'île de Cantire, au fond de la baie ou *loch fine*. Il permet aux bâtiments qui sortent du Clyde, de passer dans lamer du nord, sans faire un immense détour.

(2) Les Clans sont des tribus distinctes qui marchaient à la guerre sous des chefs indépendants, et qui pour signe de cette indépendance, portaient des vêtemens bariolés dont les quarreaux variaient de couleurs suivant les Clans.

muse militaire (1) pour réunir leurs vassaux, toujours prêts à prendre les armes lorsqu'il s'agissait d'une invasion quelle qu'elle fût. Avec ces hommes endurcis aux fatigues et méprisant le danger, le prétendant, renversant tout sur son passage, parvint, comme en triomphe, jusqu'au cœur de l'Angleterre. Enfin, après des prodiges de valeur, sa petite armée fut défaite ; il s'enfuit ; et laissa ses rebelles en proie à la vengeance du gouvernement établi.

Le premier acte de cette vengeance tomba sur le système féodal qui tenait dans l'ignorance et la barbarie les peuples de la haute Écosse. Un grand nombre de chefs avaient péri dans les combats, d'autres s'étaient expatriés, d'autres moururent sur l'échafaud. La fortune de ces hommes fut confisquée, et les seigneurs, qui, plus heureux, purent échapper au désastre général, perdirent pour jamais leur influence politique et militaire sur leurs clans. Bientôt la plupart d'entre eux cessèrent de résider au milieu de leurs vassaux ; les uns vinrent au parlement, d'autres à la cour ; d'autres, en prenant les mœurs anglaises,

(1) La cornemuse est encore pour les régiments écossais ce qu'est le fifre pour nos régiments du Midi. Pendant le combat, la cornemuse joue les airs chéris des montagnes, et cette musique barbare rallume dans le cœur des soldats, tout l'enthousiasme des héros de l'antique Calédonie.

apprirent à se déplaire chez eux, et ils acquirent la manie des voyages. Au bout d'un petit nombre d'années, cette transmigration des seigneurs produisit une révolution complète dans l'état de la haute Écosse.

Les seigneurs, lorsqu'ils résidaient dans leurs terres, tiraient leur force et leur importance du nombre des hommes qu'ils pouvaient conduire à la chasse pendant la paix, au champ d'honneur pendant la guerre. Ils avaient donc tout à gagner en accroissant la population de leurs domaines. Ils permettaient, ils favorisaient la division de leurs terres en un grand nombre de petites portions dont chacune suffisait à la chétive existence d'une famille aussi sobre que nombreuse (1).

Mais, quand ce patronage féodal eut été rendu sans objet, par l'agrandissement de l'autorité royale; quand les seigneurs, dégoûtés d'une résidence qui n'avait plus pour eux les appâts du pouvoir absolu, attirés par les séductions de la

(1) Cette division des terres et la répartition des lots se renouvelaient, à certaines époques, entre les vassaux et sans l'intervention du seigneur. La force décidait des partages, et le chef de famille disait à son épouse au jour de la division : « *Femme, donne-moi mon poignard; c'est aujourd'hui que je vais au partage des terres.* »

On embarque de la sorte seize ou vingt chariots par navire, ce qui fait, de chaque bord, six ou sept dans la cale, et deux ou trois sur le pont.

Avec un seul cheval pour amener les chariots sur les plateaux circulaires servant au retour d'équerre vers les navires, le conducteur de ce cheval, et six ou huit hommes pour la manœuvre du cabestan et des palans, on opère en *cinquante* minutes un chargement de soixante tonneaux.

La vue des travaux que je viens de décrire, ces énormes masses de marbre que les ouvriers frappent à grands coups de massues, ou précipitent du faîte de la colline; ces routes aériennes qui servent au transport des terres; ces lignes de grues et leurs travaux simultanés; le mouvement des chariots; l'arrivée, le chargement, le départ des navires; tout cela forme un des spectacles les plus imposants qui puissent frapper un ami des grands travaux des arts. A des heures déterminées, le son d'une cloche se fait entendre pour annoncer l'explosion des mines. Les travaux cessent à l'instant de toutes parts, les ouvriers se retirent; tout devient silence et solitude; et ce vaste silence rend encore plus imposant le bruit de la poudre, le brisement des rochers, leur chute pesante, et le son prolongé des échos.

Auprès des carrières sont établis plusieurs ateliers pour la réparation des outils et des chariots,

l'entretien des navires, etc. Un petit édifice carré sert de bureau pour l'ingénieur et quelques agents (1) qui suffisent à la direction et à la comptabilité d'une entreprise dont la dépense annuelle s'élève à deux millions cinq cent mille francs.

Deux entrepreneurs sont chargés de touts les travaux : l'un du transport par navires, l'autre de l'exploitation des carrières et de la construction de la jetée.

Touts les navires employés au transport des matériaux ont été préliminairement jaugés. Ce jaugeage est indiqué par des échelles gravées sur l'étrave et sur l'étambot de chaque navire. Par conséquent il suffit, lorsqu'un chargement est complet, de lire sur ces échelles quel est l'enfoncement du navire, pour connaître le poids de ce qu'il porte. Ce poids est la base d'après laquelle touts les travaux sont payés. On donne d'une part tant par tonneau de marbre transporté sur les navires, et de l'autre tant pour avoir extrait ce tonneau de la carrière, et l'avoir mis en œuvre sur la jetée.

Le travail est commencé depuis quatre ans (depuis 1812.) On a donné chaque année cent

(1) L'ingénieur, ses aides et touts les comptables ne forment qu'un nombre de dix personnes.

mille livres sterlings; il faut encore cinq cent mille livres sterlings, et l'on mettra cinq ans à terminer touts les travaux. Ainsi, la jetée de Plymouth aura coûté vingt-deux millions cinq cent mille francs, régulièrement dépensés dans le cours de neuf années.

La quantité de marbre mise en œuvre le 20 septembre 1816, était de neuf cent quarante-quatre mille cinq cent un tonneaux. En supposant qu'à la fin de l'année il n'y eût, en tout, qu'un million de tonneaux placés, ils auront coûté dix millions de francs; ce qui donne une moyenne de dix francs pour l'excavation, le transport et la mise en œuvre d'un tonneau.

Lorsque les navires arrivent auprès du breakwater, ils fixent leurs câbles sur des bouées alignées parallèlement à la direction de la jetée, une rangée en dedans, et l'autre en dehors; ensuite ils se placent dans la position précise qui leur est assignée. Ils abaissent les mantelets de leurs sabords d'embarquement, qui deviennent alors des sabords de débarquement. Ces mantelets tournent sur de forts gonds fixés à leur côté inférieur, tandis que leur côté supérieur est retenu par de fortes chaînes, qui font retour sur une potence au-dessus de la poupe. Lorsque le sabord est baissé par le moyen de ces chaînes, il devient horizontal.

Un cordage est attaché à la partie postérieure du chariot qu'on veut décharger; ce cordage passe par-dessus le chariot, fait retour dans une poulie fixée au haut de la poupe, et vient s'enrouler sur le cabestan horizontal que porte le navire.

On vire au cabestan, le chariot monte de la cale, ou s'avance sur le pont, jusqu'au sabord qu'il dépasse. Alors la corde motrice, agissant verticalement sur le chariot, et le cabestan continuant à la tirer, soulève l'arrière du chariot, et le chargement, que rien ne retient plus vers sa partie antérieure, tombe de lui-même dans la mer.

Cette opération finie, on rentre le chariot déchargé; on le place sur la partie libre du pont; puis on procède au déchargement d'un autre.

Cette opération pour un chargement de soixante tonneaux, par exemple, ne dure que quarante minutes. Il y a cinquante navires employés dans ces opérations.

Pour manier les énormes blocs qui doivent être enchâssés systématiquement ensemble, depuis le niveau des plus basses mers jusqu'au sommet de la jetée, on emploie une grue formée de deux longs mâtereaux réunis à leur sommet par un solide amarrage, et prenant leur appui sur le pont et contre le bord d'un navire, au-dessus de la proue qui est solide et volumineuse.

Cette grue mobile est manœuvrée par le ca-

bestan horizontal du bâtiment qui la porte; tandis qu'un plus petit cabestan manœuvre un câble pour faire avancer le navire auprès de la jetée, ou pour l'en éloigner. Il me paraît impossible d'employer un méchanisme plus simple et plus avantageux pour soulever et placer des pierres sur une rampe très-peu inclinée, laquelle par conséquent exige que la grue établie sur le vaisseau ait une saillie extrêmement considérable; afin que le bâtiment n'ait pas besoin de heurter la jetée pour saisir et porter les fardeaux aux points convenables.

D'autres petites grues fixes, et qui n'ont rien de remarquable, sont établies successivement en différents points de la jetée, pour mouvoir et poser les dernières pierres.

Telle est l'esquisse rapide des grands travaux de la jetée de Plymouth. L'admiration qu'on éprouve à la vue d'une telle entreprise, redouble par l'idée de sa rapidité, et se rapporte à la fois au gouvernement éclairé qui fait faire une immense dépense pour atteindre un but éminemment avantageux à la force publique, et aux hommes industrieux qui, par les moyens les plus rapides, les plus ingénieux et pourtant les plus simples, ont su triompher des plus grandes difficultés.

C'est mon ami M. John Rennie, qui a donné le plan du breakwater de Plymouth, et qui, de

apprirent à se déplaire chez eux, et ils acquirent la manie des voyages. Au bout d'un petit nombre d'années, cette transmigration des seigneurs produisit une révolution complète dans l'état de la haute Écosse.

Les seigneurs, lorsqu'ils résidaient dans leurs terres, tiraient leur force et leur importance du nombre des hommes qu'ils pouvaient conduire à la chasse pendant la paix, au champ d'honneur pendant la guerre. Ils avaient donc tout à gagner en accroissant la population de leurs domaines. Ils permettaient, ils favorisaient la division de leurs terres en un grand nombre de petites portions dont chacune suffisait à la chétive existence d'une famille aussi sobre que nombreuse (1).

Mais, quand ce patronage féodal eut été rendu sans objet, par l'agrandissement de l'autorité royale; quand les seigneurs, dégoûtés d'une résidence qui n'avait plus pour eux les appâts du pouvoir absolu, attirés par les séductions de la

(1) Cette division des terres et la répartition des lots se renouvelaient, à certaines époques, entre les vassaux et sans l'intervention du seigneur. La force décidait des partages, et le chef de famille disait à son épouse au jour de la division : « *Femme, donne-moi mon poignard; c'est aujourd'hui que je vais au partage des terres.* »

DESCRIPTION

DU CANAL CALÉDONIEN,

PRÉCÉDÉE

De quelques considérations sur l'état de la haute Écosse.

Le canal Calédonien mérite également l'attention des ingénieurs, des économistes et des hommes d'état, par la grandeur des travaux qu'il exige et leur difficulté; par l'influence de cet ouvrage sur l'industrie et la culture des contrées environnantes; enfin par la révolution commerciale que doit produire le changement de route des navires qui, maintenant, sont obligés de doubler avec un grand danger les îles Orcades, pour aller et venir de la Baltique dans l'Océan Atlantique; tandis que désormais ces navires trouveront une route à la fois plus directe et plus sûre pour effectuer le même trajet.

Le célèbre James Watt, à qui l'Europe doit l'application des machines à vapeur aux arts utiles, et qui dans le commencement de sa carrière exerça la profession d'ingénieur civil à Glascow,

fit, dès l'année 1773, un plan-cadastre des parties centrales de la haute Écosse; mission que lui confièrent les commissaires des biens confisqués par suite de la rébellion de 1745. Parmi les moyens d'améliorations proposés par M. Watt pour les mêmes contrées, étaient le canal de Crinan, qu'on a depuis exécuté (1), et le canal Calédonien qu'il proposait d'ouvrir entre Inverness et Fort-William.

Nous allons d'abord exposer les motifs qui ont décidé la construction de ce canal : ils tiennent essentiellement à l'état politique de la haute Écosse.

Lorsqu'en 1745 le prétendant de l'Angleterre essaya de recouvrir le trône occupé par ses ancêtres, c'est dans la haute Écosse qu'il vint d'abord chercher des partisans et des défenseurs. Les chefs ou capitaines des Clans (2) n'eurent qu'à lever l'étendard de la révolte, et sonner la corne-

(1) Sous la direction de M. J. Rennie. Ce canal traverse un isthme de la presqu'île de Cantire, au fond de la baie ou *loch fine*. Il permet aux bâtiments qui sortent du Clyde, de passer dans lamer du nord, sans faire un immense détour.

(2) Les Clans sont des tribus distinctes qui marchaient à la guerre sous des chefs indépendants, et qui pour signe de cette indépendance, portaient des vêtemens bariolés dont les quarreaux variaient de couleurs suivant les Clans.

muse militaire (1) pour réunir leurs vassaux, toujours prêts à prendre les armes lorsqu'il s'agissait d'une invasion quelle qu'elle fût. Avec ces hommes endurcis aux fatigues et méprisant le danger, le prétendant, renversant tout sur son passage, parvint, comme en triomphe, jusqu'au cœur de l'Angleterre. Enfin, après des prodiges de valeur, sa petite armée fut défaite ; il s'enfuit ; et laissa ses rebelles en proie à la vengeance du gouvernement établi.

Le premier acte de cette vengeance tomba sur le système féodal qui tenait dans l'ignorance et la barbarie les peuples de la haute Écosse. Un grand nombre de chefs avaient péri dans les combats, d'autres s'étaient expatriés, d'autres moururent sur l'échafaud. La fortune de ces hommes fut confisquée, et les seigneurs, qui, plus heureux, purent échapper au désastre général, perdirent pour jamais leur influence politique et militaire sur leurs clans. Bientôt la plupart d'entre eux cessèrent de résider au milieu de leurs vassaux ; les uns vinrent au parlement, d'autres à la cour ; d'autres, en prenant les mœurs anglaises,

(1) La cornemuse est encore pour les régiments écossais ce qu'est le fifre pour nos régiments du Midi. Pendant le combat, la cornemuse joue les airs chéris des montagnes, et cette musique barbare rallume dans le cœur des soldats, tout l'enthousiasme des héros de l'antique Calédonie.

apprirent à se déplaire chez eux, et ils acquirent la manie des voyages. Au bout d'un petit nombre d'années, cette transmigration des seigneurs produisit une révolution complète dans l'état de la haute Écosse.

Les seigneurs, lorsqu'ils résidaient dans leurs terres, tiraient leur force et leur importance du nombre des hommes qu'ils pouvaient conduire à la chasse pendant la paix, au champ d'honneur pendant la guerre. Ils avaient donc tout à gagner en accroissant la population de leurs domaines. Ils permettaient, ils favorisaient la division de leurs terres en un grand nombre de petites portions dont chacune suffisait à la chétive existence d'une famille aussi sobre que nombreuse (1).

Mais, quand ce patronage féodal eut été rendu sans objet, par l'agrandissement de l'autorité royale; quand les seigneurs, dégoûtés d'une résidence qui n'avait plus pour eux les appâts du pouvoir absolu, attirés par les séductions de la

(1) Cette division des terres et la répartition des lots se renouvelaient, à certaines époques, entre les vassaux et sans l'intervention du seigneur. La force décidait des partages, et le chef de famille disait à son épouse au jour de la division : « *Femme, donne-moi mon poignard; c'est aujourd'hui que je vais au partage des terres.* »

On embarque de la sorte seize ou vingt chariots par navire, ce qui fait, de chaque bord, six ou sept dans la cale, et deux ou trois sur le pont.

Avec un seul cheval pour amener les chariots sur les plateaux circulaires servant au retour d'équerre vers les navires, le conducteur de ce cheval, et six ou huit hommes pour la manœuvre du cabestan et des palans, on opère en *cinquante* minutes un chargement de soixante tonneaux.

La vue des travaux que je viens de décrire, ces énormes masses de marbre que les ouvriers frappent à grands coups de massues, ou précipitent du faîte de la colline; ces routes aériennes qui servent au transport des terres; ces lignes de grues et leurs travaux simultanés; le mouvement des chariots; l'arrivée, le chargement, le départ des navires; tout cela forme un des spectacles les plus imposants qui puissent frapper un ami des grands travaux des arts. A des heures déterminées, le son d'une cloche se fait entendre pour annoncer l'explosion des mines. Les travaux cessent à l'instant de toutes parts, les ouvriers se retirent; tout devient silence et solitude; et ce vaste silence rend encore plus imposant le bruit de la poudre, le brisement des rochers, leur chute pesante, et le son prolongé des échos.

Auprès des carrières sont établis plusieurs ateliers pour la réparation des outils et des chariots,

l'entretien des navires, etc. Un petit édifice carré sert de bureau pour l'ingénieur et quelques agents (1) qui suffisent à la direction et à la comptabilité d'une entreprise dont la dépense annuelle s'élève à deux millions cinq cent mille francs.

Deux entrepreneurs sont chargés de touts les travaux : l'un du transport par navires, l'autre de l'exploitation des carrières et de la construction de la jetée.

Touts les navires employés au transport des matériaux ont été préliminairement jaugés. Ce jaugeage est indiqué par des échelles gravées sur l'étrave et sur l'étambot de chaque navire. Par conséquent il suffit, lorsqu'un chargement est complet, de lire sur ces échelles quel est l'enfoncement du navire, pour connaître le poids de ce qu'il porte. Ce poids est la base d'après laquelle touts les travaux sont payés. On donne d'une part tant par tonneau de marbre transporté sur les navires, et de l'autre tant pour avoir extrait ce tonneau de la carrière, et l'avoir mis en œuvre sur la jetée.

Le travail est commencé depuis quatre ans (depuis 1812.) On a donné chaque année cent

(1) L'ingénieur, ses aides et touts les comptables ne forment qu'un nombre de dix personnes.

mille livres sterlings; il faut encore cinq cent mille livres sterlings, et l'on mettra cinq ans à terminer touts les travaux. Ainsi, la jetée de Plymouth aura coûté vingt-deux millions cinq cent mille francs, régulièrement dépensés dans le cours de neuf années.

La quantité de marbre mise en œuvre le 20 septembre 1816, était de neuf cent quarante-quatre mille cinq cent un tonneaux. En supposant qu'à la fin de l'année il n'y eût, en tout, qu'un million de tonneaux placés, ils auront coûté dix millions de francs; ce qui donne une moyenne de dix francs pour l'excavation, le transport et la mise en œuvre d'un tonneau.

Lorsque les navires arrivent auprès du breakwater, ils fixent leurs câbles sur des bouées alignées parallèlement à la direction de la jetée, une rangée en dedans, et l'autre en dehors; ensuite ils se placent dans la position précise qui leur est assignée. Ils abaissent les mantelets de leurs sabords d'embarquement, qui deviennent alors des sabords de débarquement. Ces mantelets tournent sur de forts gonds fixés à leur côté inférieur, tandis que leur côté supérieur est retenu par de fortes chaînes, qui font retour sur une potence au-dessus de la poupe. Lorsque le sabord est baissé par le moyen de ces chaînes, il devient horizontal.

Un cordage est attaché à la partie postérieure du chariot qu'on veut décharger; ce cordage passe par-dessus le chariot, fait retour dans une poulie fixée au haut de la poupe, et vient s'enrouler sur le cabestan horizontal que porte le navire.

On vire au cabestan, le chariot monte de la cale, ou s'avance sur le pont, jusqu'au sabord qu'il dépasse. Alors la corde motrice, agissant verticalement sur le chariot, et le cabestan continuant à la tirer, soulève l'arrière du chariot, et le chargement, que rien ne retient plus vers sa partie antérieure, tombe de lui-même dans la mer.

Cette opération finie, on rentre le chariot déchargé; on le place sur la partie libre du pont; puis on procède au déchargement d'un autre.

Cette opération pour un chargement de soixante tonneaux, par exemple, ne dure que quarante minutes. Il y a cinquante navires employés dans ces opérations.

Pour manier les énormes blocs qui doivent être enchâssés systématiquement ensemble, depuis le niveau des plus basses mers jusqu'au sommet de la jetée, on emploie une grue formée de deux longs mâtereaux réunis à leur sommet par un solide amarrage, et prenant leur appui sur le pont et contre le bord d'un navire, au-dessus de la proue qui est solide et volumineuse.

Cette grue mobile est manœuvrée par le ca-

muse militaire (1) pour réunir leurs vassaux, toujours prêts à prendre les armes lorsqu'il s'agissait d'une invasion quelle qu'elle fût. Avec ces hommes endurcis aux fatigues et méprisant le danger, le prétendant, renversant tout sur son passage, parvint, comme en triomphe, jusqu'au cœur de l'Angleterre. Enfin, après des prodiges de valeur, sa petite armée fut défaite ; il s'enfuit ; et laissa ses rebelles en proie à la vengeance du gouvernement établi.

Le premier acte de cette vengeance tomba sur le système féodal qui tenait dans l'ignorance et la barbarie les peuples de la haute Écosse. Un grand nombre de chefs avaient péri dans les combats, d'autres s'étaient expatriés, d'autres moururent sur l'échafaud. La fortune de ces hommes fut confisquée, et les seigneurs, qui, plus heureux, purent échapper au désastre général, perdirent pour jamais leur influence politique et militaire sur leurs clans. Bientôt la plupart d'entre eux cessèrent de résider au milieu de leurs vassaux ; les uns vinrent au parlement, d'autres à la cour ; d'autres, en prenant les mœurs anglaises,

(1) La cornemuse est encore pour les régiments écossais ce qu'est le fifre pour nos régiments du Midi. Pendant le combat, la cornemuse joue les airs chéris des montagnes, et cette musique barbare rallume dans le cœur des soldats, tout l'enthousiasme des héros de l'antique Calédonie.

apprirent à se déplaire chez eux, et ils acquirent la manie des voyages. Au bout d'un petit nombre d'années, cette transmigration des seigneurs produisit une révolution complète dans l'état de la haute Écosse.

Les seigneurs, lorsqu'ils résidaient dans leurs terres, tiraient leur force et leur importance du nombre des hommes qu'ils pouvaient conduire à la chasse pendant la paix, au champ d'honneur pendant la guerre. Ils avaient donc tout à gagner en accroissant la population de leurs domaines. Ils permettaient, ils favorisaient la division de leurs terres en un grand nombre de petites portions dont chacune suffisait à la chétive existence d'une famille aussi sobre que nombreuse (1).

Mais, quand ce patronage féodal eut été rendu sans objet, par l'agrandissement de l'autorité royale; quand les seigneurs, dégoûtés d'une résidence qui n'avait plus pour eux les appâts du pouvoir absolu, attirés par les séductions de la

(1) Cette division des terres et la répartition des lots se renouvelaient, à certaines époques, entre les vassaux et sans l'intervention du seigneur. La force décidait des partages, et le chef de famille disait à son épouse au jour de la division : « *Femme, donne-moi mon poignard; c'est aujourd'hui que je vais au partage des terres.* »

DESCRIPTION

DU CANAL CALÉDONIEN,

PRÉCÉDÉE

De quelques considérations sur l'état de la haute Écosse.

Le canal Calédonien mérite également l'attention des ingénieurs, des économistes et des hommes d'état, par la grandeur des travaux qu'il exige et leur difficulté; par l'influence de cet ouvrage sur l'industrie et la culture des contrées environnantes; enfin par la révolution commerciale que doit produire le changement de route des navires qui, maintenant, sont obligés de doubler avec un grand danger les îles Orcades, pour aller et venir de la Baltique dans l'Océan Atlantique; tandis que désormais ces navires trouveront une route à la fois plus directe et plus sûre pour effectuer le même trajet.

Le célèbre James Watt, à qui l'Europe doit l'application des machines à vapeur aux arts utiles, et qui dans le commencement de sa carrière exerça la profession d'ingénieur civil à Glascow,

fit, dès l'année 1773, un plan-cadastre des parties centrales de la haute Écosse; mission que lui confièrent les commissaires des biens confisqués par suite de la rébellion de 1745. Parmi les moyens d'améliorations proposés par M. Watt pour les mêmes contrées, étaient le canal de Crinan, qu'on a depuis exécuté (1), et le canal Calédonien qu'il proposait d'ouvrir entre Inverness et Fort-William.

Nous allons d'abord exposer les motifs qui ont décidé la construction de ce canal : ils tiennent essentiellement à l'état politique de la haute Écosse.

Lorsqu'en 1745 le prétendant de l'Angleterre essaya de recouvrir le trône occupé par ses ancêtres, c'est dans la haute Écosse qu'il vint d'abord chercher des partisans et des défenseurs. Les chefs ou capitaines des Clans (2) n'eurent qu'à lever l'étendard de la révolte, et sonner la corne-

(1) Sous la direction de M. J. Rennie. Ce canal traverse un isthme de la presqu'île de Cantire, au fond de la baie ou *loch fine*. Il permet aux bâtiments qui sortent du Clyde, de passer dans lamer du nord, sans faire un immense détour.

(2) Les Clans sont des tribus distinctes qui marchaient à la guerre sous des chefs indépendants, et qui pour signe de cette indépendance, portaient des vêtemens bariolés dont les quarreaux variaient de couleurs suivant les Clans.

muse militaire (1) pour réunir leurs vassaux, toujours prêts à prendre les armes lorsqu'il s'agissait d'une invasion quelle qu'elle fût. Avec ces hommes endurcis aux fatigues et méprisant le danger, le prétendant, renversant tout sur son passage, parvint, comme en triomphe, jusqu'au cœur de l'Angleterre. Enfin, après des prodiges de valeur, sa petite armée fut défaite ; il s'enfuit ; et laissa ses rebelles en proie à la vengeance du gouvernement établi.

Le premier acte de cette vengeance tomba sur le système féodal qui tenait dans l'ignorance et la barbarie les peuples de la haute Écosse. Un grand nombre de chefs avaient péri dans les combats, d'autres s'étaient expatriés, d'autres moururent sur l'échafaud. La fortune de ces hommes fut confisquée, et les seigneurs, qui, plus heureux, purent échapper au désastre général, perdirent pour jamais leur influence politique et militaire sur leurs clans. Bientôt la plupart d'entre eux cessèrent de résider au milieu de leurs vassaux ; les uns vinrent au parlement, d'autres à la cour ; d'autres, en prenant les mœurs anglaises,

(1) La cornemuse est encore pour les régiments écossais ce qu'est le fifre pour nos régiments du Midi. Pendant le combat, la cornemuse joue les airs chéris des montagnes, et cette musique barbare rallume dans le cœur des soldats, tout l'enthousiasme des héros de l'antique Calédonie.

apprirent à se déplaire chez eux, et ils acquirent la manie des voyages. Au bout d'un petit nombre d'années, cette transmigration des seigneurs produisit une révolution complète dans l'état de la haute Écosse.

Les seigneurs, lorsqu'ils résidaient dans leurs terres, tiraient leur force et leur importance du nombre des hommes qu'ils pouvaient conduire à la chasse pendant la paix, au champ d'honneur pendant la guerre. Ils avaient donc tout à gagner en accroissant la population de leurs domaines. Ils permettaient, ils favorisaient la division de leurs terres en un grand nombre de petites portions dont chacune suffisait à la chétive existence d'une famille aussi sobre que nombreuse (1).

Mais, quand ce patronage féodal eut été rendu sans objet, par l'agrandissement de l'autorité royale; quand les seigneurs, dégoûtés d'une résidence qui n'avait plus pour eux les appâts du pouvoir absolu, attirés par les séductions de la

(1) Cette division des terres et la répartition des lots se renouvelaient, à certaines époques, entre les vassaux et sans l'intervention du seigneur. La force décidait des partages, et le chef de famille disait à son épouse au jour de la division : « *Femme, donne-moi mon poignard; c'est aujourd'hui que je vais au partage des terres.* »

ville et les offres de la cour, eurent déserté leurs montagnes, ils ne regardèrent plus leurs feudes que comme des métairies qu'il fallait exploiter suivant les grands principes d'économie domestique, c'est-à-dire avec le moins de mains possible, et pour en retirer aussi le plus d'argent possible. Bientôt les vastes pâturages remplacèrent les petits champs qui suffisaient à l'entretien d'autant de familles.

Il se trouva donc que les enfants de la Calédonie furent dépossédés, tout à coup, de la terre que, depuis trois mille ans, ils avaient cultivée et conservée libre, même du joug des Romains.

C'est en vain qu'on voulut les attirer dans les contrées plus fertiles de l'Angleterre et de la basse Écosse. Quand on perd le toit paternel, il faut fuir si loin, qu'aucun objet extérieur n'en rappelle la pensée! Les malheureux montagnards tournèrent leurs yeux vers l'Amérique, et il quittèrent en nombre immense, la terre de leurs ancêtres.

Le gouvernement, alarmé de cette émigration, craignit que si cette race, endurcie par le plus rude des climats, abandonnait totalement sa native contrée, aucun habitant des provinces plus favorisées de la nature ne voulût aller fertiliser à leur place, une terre ingrate et repoussante.

L'État fit donc les plus grands efforts pour améliorer le sort de ce qui restait encore de monta-

gnards écossais. On perça des routes nombreuses et faciles, à travers des gorges de montagnes où l'on ne passait auparavant que par des chemins de chèvres; on encouragea, on facilita l'établissement des villages de pêcheurs tout le long des côtes de la mer et sur les bords des principaux lacs; on s'efforça d'importer dans ces déserts les bienfaits de la civilisation, en créant des écoles, en propogeant la bible et la connaissance de la langue anglaise, etc. Mais ce qui reste encore de seigneurs dans les montagnes, résiste sourdement à ces efforts qui pourraient rendre plus éclairés leurs anciens vassaux, dont ils sont encore révérés et redoutés par la tradition d'un respect imbécille.

Pour faire connaître ces restes de l'esprit des seigneurs de la haute Écosse, je n'offrirai qu'un seul exemple, mais il est frappant et parlera pour touts les autres.

En suivant la ligne du canal calédonien, le long du lac Oich, je traversai la vallée ou *Glen* de *Garry*. Je passai d'abord devant une jolie maison, élevée près des ruines d'un ancien château fort, reste de la puissance des Mac Donells sur la contrée environnante.

Au-dessus de la porte du nouveau château, je vis suspendues comme des monuments de triomphe, des têtes de bêtes fauves, des carcasses d'oiseaux sauvages : c'étaient les trophées du *chefstain*,

dans les chasses annuelles où il réunit les montagnards de son clan avec les visiteurs des clans voisins, touts vêtus en petit cotillon et cuisses nues. Ces chasses durent trois jours. On couche la nuit dans les forêts, et l'on revient enfin au château manger les produits de la chasse et s'enivrer de wisky (1), en s'abandonnant aux excès d'une brutale intempérance que des rixes sanglantes manquent rarement d'illustrer.

En poursuivant notre route, à quelque distance du château, nous arrivâmes au pied d'un monument qui nous fit reculer d'horreur.

Avant d'en donner la description, il faut savoir qu'il y a plus de deux cents ans, une famille noble ayant fait éprouver quelques injustices à plusieurs de ses vassaux, sept d'entre eux se réunirent et massacrèrent cette famille, ou du moins toutes les probabilités les indiquèrent comme auteurs de cet assassinat. Aussitôt le lord dans le clan duquel s'était commis le crime, envoya ses satellites avec l'ordre, pur et simple, d'apporter les sept têtes des prévenus. On trouva les malheureux réfugiés dans une caverne; on les y décapita. On porta leurs têtes à une fontaine, près du château

(1) Liqueur forte, obtenue par la distillation du froment : celle de la haute Écosse est célèbre pour sa qualité; elle fait l'objet d'une immense contrebande.

de Glengarry; on les lava; et, quand elles eurent été rendues présentables, elles furent portées au seigneur qui les avait demandées.

Sur cette petite fontaine, au bord du lac Oich, s'élève maintenant une pyramide à quatre faces, dont l'aiguille tronquée porte sept têtes encore palpitantes des spasmes du supplice. Plantées en rond sur le faîte de la pyramide, elles offrent de touts côtés leurs faces hideuses. Leurs cheveux hérissés sur leurs crânes, sont empoignés par une énorme main qui tient un glaive d'où dégoutte du sang.

Sur les quatre faces de la pyramide est écrite en français, en anglais, en latin et en gaëlic (1), l'inscription qui sert d'explication au monument des cannibales.

Quand je le visitai, il faisait une tempête affreuse, et la pluie tombait par torrents; néanmoins, je descendis de cheval, et copiai littéralement l'inscription suivante :

---

(1) C'est l'idiome des montagnards écossais.

EN MÉMOIRE
DE LA GRANDE ET PROMPTE
VENGEANCE
QUI DIRIGEA,
SELON LE COURS *RAPIDE*
DE
LA JUSTICE FÉODALE,
LES ORDRES DE LORD Mc DONELL ET AROSS,
ATTEIGNIT
LES AUTEURS DE L'HORRIBLE ASSASSINAT
DE
LA FAMILLE KEPPOCH,
UNE BRANCHE
DU PUISSANT ET ILLUSTRE CLAN,
DONT
SA SEIGNEURIE
ÉTAIT LE CHEF.
CE MONUMENT EST ÉRIGÉ
PAR
LE COLONEL Mc DONELL GLENCARRY
SON SUCCESSEUR
ET
REPRÉSENTANT,
L'AN DU SEIGNEUR
1812 (1).

---

(2) C'est-à-dire la douzième année du dix-neuvième siècle!!!....

LES TÊTES DES SEPT MEURTRIERS FURENT PORTÉES
AUX PIEDS
DU NOBLE CHEF
DANS
LE CHATEAU DE GLENGARRY,
APRÈS
AVOIR ÉTÉ LAVÉES
DANS
CETTE FONTAINE ;
ET DEPUIS CET ÉVÉNEMENT QUI EUT LIEU LES PREMIÈRES ANNÉES DU XVI^e. SIÈCLE, ELLE A TOUJOURS ÉTÉ CONNUE
SOUS LE NOM
DE
FONTAINE DES TÊTES.

Puisse ma faible voix faire connaître cet infâme monument d'un bout à l'autre de l'Europe ; et puissent les peuples sentir quelle différence existe entre les sentences arbitraires, les promptes, les glorieuses exterminations féodales, et les jugements constitutionnels de nos libres jurys !

Je reviens à mon sujet dont je me suis écarté quelque peu, parce qu'un plus grand intérêt m'entraînait vers le récit d'un fait non connu et trop digne de l'être.

La haute Écosse est divisée en deux parties presque égales, par une chaîne de lacs dirigés en

ligne droite du nord nord-est au sud sud-ouest. Ce sont les lacs Ness, Oich, Lochy, Eil et Linnhe. La grande longueur de ces lacs, et leur position unique, indiquaient à la simple inspection des localités une communication facile entre les deux mers qui baignent l'est et l'ouest de l'Écosse. Il suffisait pour cela d'ouvrir, entre les trois premiers lacs et les deux mers, un canal dont la longueur totale d'excavation n'excède pas vingt-un milles; tandis que la distance comprise depuis l'entrée de la baie d'Inverness (à Fort George), jusqu'à l'issue du lac Linnhe, est au moins de cent milles.

En 1802, les lords de la trésorerie, pour connaître avec plus de précision ce qu'il serait possible d'entreprendre en faveur de la haute Écosse, afin d'arrêter, ou du moins de diminuer l'émigration, chargèrent M. Thomas Telford de faire un nouveau relevé des côtes et de l'intérieur des terres. A l'appui de ce travail, cet ingénieur présenta dans un Mémoire fort étendu, les projets des travaux qui lui paraissaient les plus favorables pour l'amélioration du pays et l'emploi des habitants qui n'avaient plus d'occupation. Dans ce Mémoire, il renouvelle la proposition faite par M. James Watt, d'ouvrir un canal d'Inverness à Fort William. Mais M. Watt voulait qu'on donnât seulement à ce canal dix pieds de profon-

deur (deux pieds plus que n'avait alors le canal qui joint le Forth et le Clyde, et qu'on appela grand canal lors de son excavation). M. Telford observant que les lacs supérieurs fournissaient au point de partage autant d'eau qu'il était possible d'en désirer; que d'ailleurs la marine marchande avait graduellement accru la dimension de ses navires, pensa qu'il serait avantageux de creuser un canal où pussent passer les plus grands bâtiments qui font le commerce de la Baltique, et même au besoin des frégates de vingt-huit. Il proposa donc de donner vingt pieds de profondeur au canal.

Un comité du parlement, chargé de rendre compte de la situation de la haute Écosse, et des moyens d'améliorer cette situation, prit connaissance du projet de M. Telford. Afin de s'assurer plus positivement encore de la possibilité et de la dépense probable de ce canal, ce même comité prit en même temps l'avis de MM. Jessop (1) et Rennie, les deux ingénieurs d'Angleterre qui avaient alors la plus grande réputation. D'habiles marins furent interrogés pour tout ce qui regarde la navigation du canal et des lacs, ainsi que le mouillage des bâtiments. Enfin, par un relevé des départs et des arrivages des ports de Liverpool, de

(1) Mort depuis lors.

Greenock, de Leith et d'Aberdeen, on jugea d'une manière plus précise quel pouvait être l'avantage de la route nouvelle offerte aux navires habituellement envoyés de l'Océan germanique dans les mers Atlantiques ou réciproquement.

La conclusion de ces enquêtes fut pour l'adoption du projet de M. Telford. En conséquence, un acte du parlement, revêtu de la sanction royale, en juillet 1803, accorda une première somme pour l'exécution du canal proposé.

L'acte qui décide ainsi que ce canal doit être fait aux frais de l'état, nomme un comité d'administration chargé de surveiller les travaux et les dépenses. Ce comité choisit immédiatement M. Thomas Telford pour son ingénieur, et le chargea de lever sans délai le plan du terrain, depuis Inverness jusqu'à Fort William, ainsi que de faire excaver les puits d'épreuve par lesquels on devait juger de la nature du terrain. M. Jessop fut chargé de faire les mêmes levées de plans, en y joignant ses estimations particulières, afin de fournir de la sorte une double certitude sur les opérations à entreprendre. En même temps, un hydrographe, M. Downie, fut choisi pour déterminer les contours et sonder le fond des lacs qui devaient former, avec les coupées intermédiaires, la nouvelle ligne de navigation.

La longueur des lacs comprise entre les di-

verses parties du canal, est de trente-sept milles et demi.

La longueur des excavations du canal s'est trouvée devoir être de vingt-un milles et demi.

Ce qui donne pour longueur totale, cinquante-neuf milles.

La largeur du canal, à sa partie inférieure, est de cinquante pieds.

De chaque côté de ce fond plat partent des talus, dont la pente est de un pied de hauteur pour chaque pied et demi de base.

Cette pente est continuée sans solution de continuité, jusqu'à deux pieds au-dessous du niveau supérieur des eaux. Là règne une banquette horizontale, ayant six pieds de largeur.

Ensuite le talus reprend sa direction suivant la même pente que dans la partie inférieure, et s'élève jusqu'au raz du sol bordant le canal.

L'objet de la banquette dont nous venons de parler, est :

1°. D'empêcher les gros bâtiments de passer trop près du bord du canal, et de détruire les talus vers la flottaison (1).

(1) C'est d'ailleurs un grand avantage que de forcer les bâtiments à naviguer à quelque distance du bord de l'eau, parce que le remou entre ce bord et les navires est alors beaucoup moins considérable, et dégrade moins la levée que quand les navires rasent cette levée.

2°. Lorsque, par les dégradations naturelles, ou par l'effet de la navigation des petits bâtiments, quelque partie du talus supérieur aura coulé, cette partie retenue par la banquette n'ira pas encombrer le fond du canal, et il sera toujours très-facile de curer une banquette qui n'est qu'à six pieds sous le niveau de l'eau. Il me semble que cette disposition mériterait d'être adoptée dans le tracé de touts les grands canaux.

La profondeur des eaux du canal est de vingt pieds.

Par conséquent, le talus des bords étant donné par le rapport dix est à quinze, de la hauteur à la base, la partie d'eau qui se trouve couvrir les bords inclinés, pour vingt pieds de hauteur, est de chaque côté large de trente pieds; ce qui fait soixante pieds pour les deux côtés. Ajoutant deux fois six pieds, largeur des deux banquettes; on a donc enfin pour largeur du canal à la surface supérieure des eaux :

Cinquante pieds; plus soixante pieds; plus douze pieds, ou cent vingt-deux pieds.

Les différences de niveau doivent être rachetées par vingt-trois écluses, qu'on fixa d'abord à trente-huit pieds de largeur, sur cent soixante-deux pieds de longueur.

Mais, afin de rendre ces écluses propres au passage des frégates de trente-deux canons, on

fixa la largeur des écluses à quarante pieds, et leur longueur à cent soixante-douze : la profondeur d'eau restant toujours à vingt pieds.

En 1804, les travaux préparatoires de relèvement, de sonde et de tracé étaient finis : on commença l'excavation du canal. M. John Telford fut chargé de la partie de l'ouest, et M. Davison (1) de la partie de l'est.

Nous donnerons ailleurs un tableau des prix du travail qui, peut-être, sera de quelque intérêt pour les ingénieurs français.

Il faut maintenant entrer dans un plus grand détail sur la description des localités.

La côte orientale d'Écosse, après s'être avancée vers le nord nord-ouest, presque en ligne droite, depuis la baie de Saint-André jusqu'à la hauteur de Peterhead (cap Pierre), tourne vers l'ouest, et suit presque régulièrement la direction d'un parallèle de la terre, depuis Kinnaird's Head (cap Kinnaird), jusqu'à Burgh Head (cap Burgh), situé à l'entrée du golfe Murray.

La forme du golfe Murray est à peu près celle d'un triangle isocèle, dont la base est appuyée

(1) M. Davison est l'ingénieur qui, sous l'inspection de M. Thomas Telford, a dirigé la construction du canal d'Ellesmère dont fait partie le bel aquéduc en fer de Pont Cysilte.

sur l'océan germanique, et dont le sommet est auprès de Fort Georges. Ce fort fut bâti par Georges II, pour tenir en respect les habitants de la haute Écosse qui sont au nord du golfe Murray. Il est placé sur une péninsule, et ses feux atteignent jusqu'à la côte opposée.

Le détroit entre Fort Georges et cette côte, conduit à la baie d'Inverness, qui est spacieuse et profonde.

La ville et l'ancien fort d'Inverness, situés au fond de cette baie, sont l'œuvre d'une colonie militaire, fondée par Cromwell, pour assurer l'assujettissement de la haute Écosse au pouvoir de l'Angleterre.

Au nord d'Inverness, le lac Beauly s'unit par un large passage à la baie d'Inverness. C'est vers la jonction de ces deux lacs, sur la côte méridionale du lac Beauly, qu'est l'entrée du canal calédonien.

Dans la langue écossaise, les villes ou bourgs situés à l'embouchure des rivières portent communément le nom de la rivière sur le bord de laquelle ils se trouvent, avec la préposition *inver* placée devant ce nom. Ainsi, le nom d'*Inverness* nous apprend que cette ville est située sur la rivière Ness et à son embouchure.

La Ness est une rivière torrentueuse très-considérable et très-rapide, qui roule, sur du sable

et des cailloux, les eaux surabondantes du lac Ness.

Il était impossible de rendre cette rivière navigable. Il a fallu creuser un canal parallèle, depuis le point d'entrée que nous venons d'indiquer, jusqu'à l'extrémité septentrionale du lac Ness.

Le lac Oich, distant du lac Ness de plusieurs milles, y décharge ses eaux par un torrent, auquel il a fallu pareillement creuser un canal parallèle, jusqu'à l'extrémité méridionale du lac Ness.

Une troisième partie de canal s'étend entre le lac Oich et le lac Lochi. Ce dernier déverse ses eaux dans la mer Atlantique, par un torrent qu'il était aussi peu possible de rendre navigable que les deux précédents.

Il a donc fallu creuser une quatrième et dernière partie de canal parallèlement à cette dernière rivière.

Le débouché du canal du côté de l'ouest, a lieu dans le lac Eil. De là, les navires peuvent passer immédiatement dans le lac Linnhe, puis entrer en pleine mer.

Nous allons successivement examiner les travaux des quatre parties qu'il a fallu creuser par la main des hommes, pour former le canal calédonien. Nous suivrons l'ordre dans lequel nous les avons indiquées.

L'entrée, du côté de la côte orientale d'Écosse,

devait être d'abord dans la direction générale du canal ; mais il aurait fallu, pour cela, conduire les excavations pendant une assez grande longueur, à travers un banc de sable et de cailloux roulés, incapable de retenir les eaux.

On a donc préféré suivre une route un peu moins directe, tourner plus vers le nord, côtoyer une colline qui forme un cap entre le lac Beauly et la baie d'Inverness, puis entrer dans le premier lac, à une très-petite distance du second, dans un lieu nommé Clachnaharry.

Pour s'avancer dans le lac Beauly à une profondeur d'eau suffisante, on a conduit le canal jusqu'à douze cents pieds dans ce lac, en faisant au canal deux côtés artificiels qui sont deux véritables jetées. La maçonnerie de la tête du canal commence à trente pieds au-dessous du niveau des hautes mers.

Les bords du lac Beauly, formés par alluvion, présentent, jusqu'à plus de cinquante pieds sous l'eau, une argile bleuâtre et molle comme de la vase : elle recouvre une argile blanche semblable à celle qui forme la base de la colline voisine côtoyée par le canal.

Sans aucune excavation préliminaire, on a versé sur ce fond mobile, suivant la direction projetée des deux côtés du canal, de l'argile forte tirée de cette colline, et par-dessus des pierres

perdues et des clapins. Cette masse, par l'effet de son poids, descendit en peu de temps de onze pieds de hauteur verticale. Cet immense tassement fit sentir la nécessité de consolider avec non moins de soin, le sol sur lequel on devait bâtir l'écluse d'entrée, entre les deux têtes de jetée. On employa le même moyen, parce qu'on jugea ce remblai plus économique et plus sûr que l'emploi d'un grand nombre de pilotis.

Quand le fond artificiel eut eu le temps de s'affermir, on creusa dans le remblai même (élevé trop haut à dessein), le bassin de l'écluse d'entrée. Le sol était si bien consolidé, qu'on parvint à une profondeur considérable, avant qu'on fût obligé d'avoir recours aux machines pour épuiser l'eau des filtrations.

Le terrain ainsi préparé s'est trouvé d'une telle nature, que, quoiqu'on y pût enfoncer des pieux avec une grande facilité, lorsqu'ils étaient restés quelque temps enfoncés dans leur souille, on ne pouvait plus ni les retirer, ni les enfoncer davantage.

Lorsqu'on eut fini l'excavation de l'espace où devait être bâtie l'écluse d'entrée, on posa d'abord sur le fond, et suivant la ligne longitudinale du milieu, une assise de pierres de taille, ayant deux pieds d'épaisseur, afin de supporter la clef ou l'arc renversé du revêtement de l'écluse. Cette

fondation augmente d'épaisseur vers les deux côtés du canal, de manière qu'elle a cinq pieds d'épaisseur verticale vers la naissance des murs latéraux. On a bâti ces murs, le plus rapidement possible, par pans de dix-huit pieds de longueur, qu'on élevait jusqu'à la hauteur du radier, (environ de huit pieds), afin que la dernière assise placée ne fût pas exposée alternativement à l'humidité et à la sécheresse. Ensuite on a construit l'arc renversé, revêtu de pierres de taille, ainsi que les faces extérieures des murs latéraux. Ce travail offrait de très-grandes difficultés, qui toutes ont été surmontées avec autant d'habileté que d'expérience par M. Davison.

Quand j'ai visité le canal calédonien, la tête des deux jetées formant les côtés du canal n'était pas entièrement revêtue en avant de l'écluse d'entrée : c'était la seule opération importante qui restât à faire en cette partie.

L'écluse d'entrée soutient les eaux à sept pieds et demi au-dessus du niveau moyen de la mer.

Une seconde écluse, à quelque distance de la première, soutient les eaux supérieures à huit pieds et demi au-dessus de celles qui sont retenues par la première écluse.

Entre la seconde et la troisième écluse est un grand bassin, ayant à peu près la forme d'un segment de cercle.

C'est une garre préparée pour les navires qui viennent de la mer, ou qui se préparent à sortir du canal. De cette garre à la ville d'Inverness, il n'y a pas plus d'un mille. Mais, pour se rendre à cette ville, il faut passer de la rive gauche à la rive droite de la Ness.

En remontant toujours le canal, on arrive au pont tournant sur lequel passe la route d'Inverness à Beauly.

Il y a plusieurs autres ponts du même genre sur le canal calédonien. Ils sont composés de deux volées égales, qui tournent chacune sur un pivot vertical planté sur le bord du canal. La partie supérieure du pont est parfaitement rectiligne et horizontale.

Ces ponts réunissent l'élégance à la légèreté. Cinq fermes en fer coulé, minces, mais larges, et à jour, pour être moins volumineuses, sont réunies par des boulons et des traverses : elles supportent une plate-forme en charpente, sur laquelle passent les voitures dans le milieu, et les piétons sur les côtés où des trottoirs leur sont réservés.

Un grand arc de cercle en fer et denté est fixé dans la maçonnerie, de manière à ce que son centre soit sur l'axe même de la partie mobile du pont. Sur un côté de cette partie mobile est fixé un pivot vertical, portant en bas une roue dentée, qui

s'engrène dans le grand arc denté, tandis que la tête de ce pivot porte un chapeau creux. Dans ce chapeau, un engrenage à roues d'angles transmet la rotation d'une manivelle au pivot vertical, et celui-ci, par le moyen de sa roue dentée qui marche dans le grand arc de cercle fixe, fait mouvoir la partie mobile du pont: de sorte qu'en tournant, suivant les cas, la manivelle de droite à gauche, ou de gauche à droite, on ouvre ou l'on ferme le pont tournant.

Les hommes qui manœuvrent le pont sont placés sur le pont même, et sont emportés par le mouvement qu'ils impriment. Dans la plupart des ponts tournants que j'ai vus dans la Grande-Bretagne, les hommes sont placés sur le rivage; et le grand arc de cercle denté, au lieu d'être fixe dans la maçonnerie, est attaché au talon du pont, et tourne avec lui.

Nous avons, sur la construction de ce genre de ponts, beaucoup d'autres détails à donner; mais ils rendraient trop longue cette description. Ils seront beaucoup plus convenablement placés dans notre ouvrage sur les travaux des ports d'Angleterre, où des planches nombreuses aideront à l'intelligence du texte, et permettront d'abréger les explications techniques.

Au-delà du premier pont tournant que l'on rencontre en remontant le canal calédonien, on

trouve immédiatement quatre écluses consécutives : chacune d'elles produit une retenue d'eau de huit pieds d'élévation.

Les quatre sas de ces écluses étant contigus, cela diminue le nombre des portes busquées qu'il est nécessaire d'employer ; et la même maçonnerie sert à la fois de tête au sas d'une écluse, et de queue à celui de la précédente.

La porte de l'écluse la plus haute, et celle de l'écluse la plus basse, sont construites en chêne anglais, suivant la méthode généralement adoptée dans la Grande-Bretagne.

Mais les portes intermédiaires, moins exposées que les autres à des chocs violents et à des accidents imprévus, ont leur membrure en fer coulé.

On a déjà fait usage de fer coulé dans de semblables constructions. Les premières portes de ce genre qu'on ait exécutées sont peut-être celles d'un petit dock bâti sur le bord de la rivière Carron, pour y radouber les navires de charge employés par la compagnie de la fonderie de Carron.

Mais ce qui était facile, et pour ainsi dire élémentaire, quand on n'opérait que sur de petites dimensions, a présenté de tout autres difficultés, lorsqu'il s'est agi de former la membrure de portes qui devaient soutenir une pression de huit

mille pieds cubes d'eau, ou d'environ deux cent soixante mille kilogrammes.

On avait résolu d'abord de faire en bois toutes les portes d'écluse du canal calédonien. Mais quand on dut les construire, on était au fort de la dernière guerre. Les bois qu'il eût fallu consacrer à ce travail sont de la classe de ceux qu'on emploie pour faire des baux et des quilles de vaisseaux. La marine militaire absorbait tout ce que l'Angleterre pouvait fournir de bois de cette grandeur. Depuis long-temps, l'Écosse était dépouillée de forêts; le continent, par notre pouvoir immédiat ou notre influence politique, était fermé aux Anglais. La nécesssité servit aux progrès de l'art, et l'on remplaça le bois par le fer.

Pour former les poteaux tourillons qui sont la pièce principale, on a coulé d'un seul jet des cylindres de fer creux, ayant jusqu'à vingt-six pieds de haut et vingt pouces de diamètre. Leur base a la forme d'un D, et se compose d'un demi-cercle, dont on aurait un peu reculé le diamètre parallèlement à lui-même, pour rendre la superficie plus considérable, en prolongeant les deux extrémités du demi-cercle par leurs tangentes.

Un dez hémisphérique, plein, en fer coulé, s'emboîtant sous le poteau, tourne dans un saucier métallique incrusté dans la maçonnerie du radier.

Une tête cylindrique, dont le contour est circulaire, s'emboîte sur le haut du poteau. Cette tête est entourée d'un collier de fer plat, plus ou moins serré par des écrous à vis, et prolongé de deux côtés par des plates-bandes de fer incrustées dans le revêtement supérieur de la maçonnerie des bords de l'écluse.

On a remplacé les baux quadrangulaires, ou poutres horizontales des ventaux, par des pièces en fer, dont le profil a la forme d'un ⊢. Sur la branche actuellement verticale de ce ⊢ sont fixés, par des chevilles à écrou, les bordages appliqués verticalement sur touts ces baux.

Par une de leurs extrémités, touts ces baux sont fixés à la face plane du poteau tourillon. Par l'autre extrémité, ils sont fixés à une plate-bande verticale en fer coulé, achevant l'encadrement qui compose la membrure métallique de chaque ventail.

En dehors de cette plate-bande verticale est appliqué un bordage taillé en coin; de manière que, quand les deux ventaux viennent à busquer l'un contre l'autre, les faces, jusqu'alors visibles, des deux bordages taillés obliquement, s'appliquent parfaitement l'un contre l'autre. Il était nécessaire d'employer ces recouvrements en bois, pour éviter la collision du fer contre le fer, et les ruptures qui en seraient résultées.

On n'est pas arrivé sur-le-champ à la perfection dans la structure des portes d'écluse en fer coulé. Les premières que l'on fit étaient fort massives; elles pesaient jusqu'à près de vingt-huit tonneaux, et les nouvelles n'en pèsent pas plus de vingt-deux.

Pour obtenir cette grande diminution de poids et de dépense, au lieu de faire le poteau tourillon plein sur toutes ses faces, on a d'abord évidé la face plate où sont vissés les baux horizontaux; de sorte qu'à présent cette face offre autant d'espaces rectangulaires vides, qu'il y a d'intervalles entre les différents baux. Par ce moyen, il est facile de passer les vis à écrous du-dedans du poteau en dehors du bout des baux. Tandis qu'auparavant il fallait faire descendre à diverses hauteurs un jeune apprenti dans le corps du poteau, comme un ramoneur dans un tuyau de cheminée, afin de passer ces chevilles dans leurs trous respectifs.

Je donnerai le devis complet de ces portes, les détails de leur structure et de leur construction, dans mon ouvrage sur les travaux des ports d'Angleterre.

J'ai peu d'observations à faire sur la maçonnerie des écluses que je viens de décrire. J'ai dit, à cet égard, tout ce qu'il me paraissait essentiel de faire connaître, en traitant des docks de Londres et de Liverpool.

La dépense totale de chaque écluse du canal calédonien, est environ de deux cent mille francs, valeur moyenne (1).

Depuis les écluses de Muirton, jusqu'à l'entrée du canal dans les eaux du lac Ness, la distance est à peu près de cinq milles. En général, le terrain est, dans cet espace, de la plus mauvaise qualité pour y excaver un canal. Il est presque partout composé de sable et de cailloux roulés. Aussi, dans ces endroits, a-t-on été forcé de couvrir le fond et les côtés du canal avec une couche épaisse d'argile battue, pour empêcher que les eaux ne se perdissent par filtration.

Dans deux endroits, la rivière Ness, en suivant son cours naturel, passe auprès de collines escarpées par suite d'éboulements que les eaux de la rivière même ont produits. Au lieu de couper ces col-

---

(1) Dans sa description du canal calédonien, M. Stevenson présente un détail fort long pour prouver que les sas des écluses étant entièrement revêtus de maçonnerie, la dépense est par là beaucoup plus forte que ne l'indiquaient les premières estimations de M. Telford, où les côtés devaient être de simples embanquements; sans qu'on puisse accuser cet ingénieur d'avoir offert dans le principe une estimation fautive. Cette observation nous semble fondée, mais de semblables détails ne nous ont pas paru d'un assez grand intérêt pour les présenter dans touts leurs développements à des lecteurs français.

lines pour former à grands frais le lit du canal, on a préféré détourner le cours de la rivière, en lui creusant un nouveau lit; et l'on a pris l'ancien lit de la rivière pour en former le lit du canal.

Le canal du côté du lac Ness est fermé par deux écluses placées à un demi-mille l'une de l'autre. Celle qui s'oppose immédiatement aux eaux du lac, et qui, par conséquent sert de régulateur aux eaux du canal, est située auprès de la naissance de la rivière Ness. La retenue d'eau est de six pieds et demi de hauteur verticale.

La mauvaise qualité du sol, et le voisinage de la Ness, rivière torrentueuse, rendaient la construction de cette écluse une opération très-difficile.

Le lac Ness, du côté de la rivière qui décharge le superflu de ses eaux, se resserre en forme de cou de bouteille, et présente un second lac beaucoup plus petit que le premier, puisqu'il n'a pas plus d'un mille de longueur, sur cent vingt à cent quatre-vingts brasses de largeur. Le détroit qui sépare les deux lacs est le passage de Bona (Bona-Ferry).

Le petit lac nommé lac Doughfour, doit être considéré, relativement au lac Ness, comme un puisard où les eaux pluviales et celles provenues de la fonte des neiges déposent une grande par-

tie des terres et autres matières qu'elles tiennent en suspension.

Aussi le lac Doughfour est-il très-peu profond; il a fallu l'approfondir dans la direction du canal.

Cette opération s'est faite avec un bateau portant un chapelet à godets, mû par une machine à vapeur. Cette machine, construite par M. Hughes, est très-grande et d'une excellente exécution. C'est une des mieux proportionnées que j'aie vues. Elle a, dans l'espace de douze mois, excavé environ quatre-vingt-dix mille tonneaux de gravier dans le lac Doughfour.

Lorsqu'il s'est trouvé dans ce lac des arbres et des rochers enfouis dans la vase ou le gravier, on a substitué aux godets du chapelet des pics et des harpons ferrés.

Par ces différents moyens, on a creusé le lac Doughfour au moins à dix pieds de profondeur.

Pour acquérir les dix autres pieds de profondeur qui forment le tirant d'eau du canal, on doit construire un barrage à l'entrée de la rivière Ness, afin d'élever d'autant le niveau des eaux du lac Doughfour. Cette opération aura l'avantage de rendre le niveau de ce dernier lac presque le même que celui du lac Ness, et par conséquent de rendre insensible le courant par lequel les eaux du grand lac se déversent dans le petit, au passage de Bona, courant aujourd'hui si rapide, qu'il

serait presque impossible aux navires de remonter contre sa direction.

Par ce moyen encore, les eaux du lac Ness passant avec un vitesse très-peu considérable dans le lac Doughfour, n'y charrieront plus cette masse d'alluvions qu'elles entraînent maintenant avec violence. Ainsi, le lac Doughfour ne se comblera plus autant qu'il l'a fait jusqu'à présent.

Ce petit lac doit être considéré comme le port naturel où les navires relâcheront avant de s'aventurer dans le lac Ness, si les vents leur sont contraires.

Ce dernier lac a vingt-deux milles de longueur. Dans une aussi grande étendue, sa largeur ne varie guère que d'un mille à trois quarts de mille ; sa profondeur va jusqu'à sept cent quatre-vingts pieds. Au-dessous de l'eau, les bords sont d'une pente très-rapide, puisqu'à une très-petite distance du rivage, on trouve de quatre cent vingt à quatre cent quatre-vingts pieds d'eau. Il faut excepter toutefois de cette assertion, les baies de Dores, Urquhart, Invermorrison, Cherry Island, et l'extrémité occidentale du lac. Là, règnent des basfonds, où la profondeur d'eau est néanmoins de soixante-douze à cent vingt pieds. Une telle profondeur d'eau se trouve si près du rivage, qu'on a pensé à établir des corps-morts ou bouées de mouillage, pour que les navires puissent s'y te-

nir, au lieu de jeter l'ancre, qu'il serait ensuite difficile de lever dans un fond très-tenace. Tandis que, dans certains cas, si le vent poussait vers la terre, les bâtiments n'auraient pas assez d'espace pour filer du câble et prendre plus de tenue.

En discutant les avantages et les inconvénients du canal calédonien, une des plus grandes difficultés était de savoir jusqu'à quel point un amas d'eau, aussi profond que le lac Ness, encaissé comme lui entre de hautes montagnes, pouvait être navigable avec sécurité. Les antagonistes du canal objectent que les vents, quelle que soit leur direction générale dans la contrée environnante, lorsqu'ils viennent à s'engouffrer dans la longue et profonde vallée du lac Ness, changent leur direction, et courent parallèlement à l'axe de cette vallée; qu'ainsi les navires qui vont dans un sens auront toujours le vent directement contraire, tandis que les navires qui vont dans l'autre sens seront poussés vent-arrière.

On regardait encore comme extrêmement dangereux pour un grand bâtiment de louvoyer, ou seulement même de naviguer avec un vent grand largue dans une espèce de canal dont le fond est, vers la côte, parsemé de troncs d'arbres et de rochers; et, plus au large, d'une extrême profondeur. Tandis que les vallées collatérales qui débouchent dans la grande vallée des lacs, amènent

des grains de vents subits, qui tendent violemment à jeter les navires sur la côte opposée.

Ces objections semblent d'une grande force, il est vrai, mais elles sont exagérées. D'abord, il n'est point exact de dire, comme on l'a prétendu, que d'un bout à l'autre du lac Ness, on ne puisse pas trouver de mouillage qui soit sûr. Il nous suffit de citer celui de Urquhart, qui est au tiers de la route du côté de l'est; il en est d'autres vers l'ouest.

Pour s'assurer si, comme on l'a prétendu, les vents soufflent toujours sur le lac dans la direction de sa longueur, on a fait, depuis 1804 jusqu'à ce jour, des observations météorologiques aux deux points extrêmes et au centre du canal calédonien, c'est-à-dire, à Clachnaharry, Fort Augustus et Fort William. Ces observations ont prouvé que la direction des vents était aussi variable dans la direction du canal que dans les autres parties de la haute Écosse.

Mais si, dans certains temps de l'année, les navires ne pouvaient pas ou n'osaient pas aller contre le vent, le progrès des arts maritimes fournit aujourd'hui les moyens d'obvier à cet inconvénient, par le moyen des bateaux à vapeur employés comme moteurs.

Pour concevoir tout l'avantage de ce nouveau genre de touage, supposons qu'on ait un navire

de même déplacement d'eau que le bateau à vapeur, et qui, pour la même vitesse, éprouve la même résistance de la part du fluide. Dans cette hypothèse, la vitesse du bateau à vapeur étant, ainsi que la force motrice, représentée par l'unité, cette force appliquée aux deux bâtiments ne produira pas simplement une vitesse égale à un et demi, ou cinq dixièmes, mais une vitesse sensiblement égale à sept dixièmes. Ainsi, par l'effet du touage, on n'aura perdu que trois dixièmes de la vitesse du bateau à vapeur.

Quant à la possibilité de touer ainsi les bâtiments sur une vaste nappe d'eau, les expériences faites vers la fin de 1817 dans la baie du Forth, entre Leith et l'embouchure du grand canal, ne laissent aucun doute à cet égard. Cette expérience est d'ailleurs d'autant plus concluante, que le Forth communiquant par toute la largeur de sa base avec la pleine mer, a toujours ses eaux beaucoup plus agitées que ne peuvent l'être celles du lac Ness.

Passons maintenant à la description des travaux du district central. Ils commencent vers le fort Augustus et le pauvre village de ce nom; ils finissent à l'extrémité nord-est du lac Oich.

Le fort Augustus est composé de quatre bastions revêtus en maçonnerie, et protégé par des demi-lunes et des chemins couverts. Il est bâti sur un

petit tertre qui bat avantageusement le lac Ness sur l'axe duquel il est placé ; mais ce fort serait commandé par les hauteurs environnantes, s'il était possible à des insurgés d'amener, pour le réduire, des canons à travers les montagnes. Ce fort, qui n'avait d'autre objet que de tenir en respect les montagnards écossais, remplissait donc bien sa destination. Il n'est plus nécessaire aujourd'hui, et le département de l'ordonnance doit en faire la vente à l'enchère. Il contient des casernes, des magasins spacieux et bien bâtis. On verra quelque jour une brillante manufacture remplacer cet épouvantail militaire, occuper le superflu de la population, et répandre sur la contrée environnante l'aisance au lieu de la terreur.

Lorsque j'ai visité les travaux du canal calédonien, près du fort Augustus, on travaillait à l'écluse d'entrée de cette partie du canal dans l'extrémité sud-ouest du lac Ness.

Le sol est extrêmement désavantageux, uniquement formé de cailloux roulés entremêlés de sable ; de sorte que, dans les excavations, l'eau des filtrations s'élance comme un nombre infini de sources d'eau vive. Cependant, malgré ces difficultés, il fallait creuser jusqu'à dix-sept pieds au-dessous du niveau de la rivière très-voisine, par laquelle les eaux du lac Oich sont déversées dans le lac Ness.

On opère les épuisements avec trois machines à vapeur de Watt, dont les corps de pompe ont, l'un quatre pieds, et les deux autres trois pieds de diamètre. La première est évaluée égale au pouvoir de trente-six chevaux ; les deux autres, chacune au pouvoir de vingt chevaux. Ainsi, la force totale employée aux épuisements équivaut à soixante-seize chevaux.

Pour pouvoir suffire aux épuisements, on n'a pas excavé en une seule fois, tout l'espace où l'on doit bâtir l'écluse d'entrée. On a commencé par l'endroit où devait être la porte la plus voisine du lac Ness. On a mis un lit de mousse sur les cailloux du fond de l'excavation ; sur cette mousse on a posé les assises des fondements, en garnissant aussi leurs joints avec de la mousse. L'effet des filtrations étant d'entraîner cette mousse à travers les joints inférieurs pour les porter vers les joints supérieurs, il s'opère de la sorte, dans toute la maçonnerie, un calfatage naturel qui doit s'opposer puissamment au passage de l'eau.

A partir de Fort Augustus, on va former une chaîne de quatre sas consécutifs, retenant chacun l'eau de huit pieds de hauteur.

Les pilotis dont on fait usage sous les fondations sont de deux sortes. Les uns sont ronds et armés à leur bout inférieur d'un cône de fer coulé ; on enfonce ces pieux sous les murs laté-

raux. Les autres sont destinés à former une rangée verticale en dessous et en avant du radier ; ceux-ci sont garnis d'un sabot, pareillement en fer coulé, mais taillé en biseau quadrangulaire et plus large à sa base que n'est longue son arête tranchante. On bat ces pieux avec un mouton de deux cents livres, il est manœuvré par neuf hommes.

Environ à deux milles de Fort Augustus, on a construit une cinquième écluse (1) sur un fond de roc. Par cette raison, on s'est dispensé de faire dans le fond du sas un arc renversé.

Ce qu'il y a de plus remarquable ici, c'est que ce roc sur lequel est bâti l'écluse de Callachie, est la seule masse de pierres agrégées que l'on trouve dans cette partie de la vallée, et n'a, pour ainsi dire, que ce qu'il fallait d'étendue pour la fondation de l'écluse.

Depuis le fort Augustus jusqu'à l'entrée du lac Oich, il faut creuser au canal un lit d'environ douze milles de longueur.

La hauteur totale, depuis la baie de Beauly jusqu'au point le plus élevé du canal, est de quatre-vingt-quatorze pieds.

Pour arriver au lac Ness, on s'est élevé de cinquante-quatre pieds.

---

(1) A Callachie.

Depuis le lac Ness jusqu'au point de partage, on n'a donc plus à s'élever que de quarante pieds.

Les travaux d'excavation du terrain, depuis le lac Ness jusqu'au lac Oich, sont presque terminés. En les examinant, j'ai remarqué la manière dont s'exécute le déblai des terres.

A mesure qu'on approfondit le canal, on taille les bords suivant le talus qu'ils doivent avoir. De distance en distance, on établit côte à côte deux ou trois files de planches, suivant la plus grande pente de ces talus. Sur les chemins inclinés, préparés de la sorte, on pose de petits chariots à quatre roues, deux plus larges vers l'arrière, et deux plus petites vers l'avant. La différence de diamètre de ces roues est telle, que, quand elles s'appuient toutes quatre sur le plan incliné, la plate-forme du chariot qu'elles supportent est parfaitement horizontale.

Deux chariots appartenant à deux plans inclinés voisins, sont attachés aux deux bouts d'une longue corde. Cette corde, pour aller d'un plan incliné à l'autre, passe sur la crête du canal dans la gorge de deux poulies fixes. Sa longueur est telle, que, quand un des chariots est au fond du canal, l'autre chariot est au haut du plan incliné. Un nœud, fait à la partie horizontale de cette corde, sert de point d'attelage pour un ou deux chevaux.

leur carène. Au fond de ce tronc de pyramide, deux sabords tournent sur un même axe horizontal et perpendiculaire à la direction de la quille; un sabord vers l'avant, et l'autre vers l'arrière. Ces sabords sont haussés et baissés par des chaînes qu'on manœuvre de dessus les parties du pont du bateau, une chaîne vers l'avant, et l'autre vers l'arrière. Les chaînes vont s'enrouler chacune sur un petit virevau qu'on manœuvre avec facilité, par le moyen d'une double manivelle.

L'emplacement où l'on a creusé le lit du canal est si près de la rivière Oich, qui se jette dans le lac Ness, qu'il a fallu changer en deux ou trois points différents le cours de cette rivière, ainsi qu'on l'a fait pour la rivière Ness. Mais l'Oich n'est pas, à beaucoup près, aussi facile à maîtriser que la rivière Ness, parce que le lac Ness, vu son immense étendue, n'a jamais de crues subites et considérables. Au contraire, les lacs Oich et Garry, dont la rivière Oich déverse les eaux dans le lac Ness, étant d'une très-petite superficie comparativement au développement de montagnes et de vallées dont ils reçoivent les eaux torrentueuses, ces lacs sont sujets à varier de niveau avec la plus grande irrégularité.

Nous arrivons enfin à la troisième et dernière partie du canal qui s'étend depuis le lac Oich jusqu'à la baie ou loch Eil. Les travaux de cette par-

Les ouvriers du fond du canal amènent deux brouettes chargées, sur la plate-forme du petit chariot qui est en bas. Les ouvriers qui, dans la partie supérieure, dispersent le long du canal les terres du déblai, ramènent deux brouettes vides sur la plate-forme du chariot qui est en haut. Aussitôt le conducteur du cheval part avec lui, et fait de la sorte, avec autant de facilité que de rapidité, un travail que quatre hommes, suivant la routine ordinaire, n'effectueraient que très-lentement et avec beaucoup de fatigue.

On n'a pas encore construit l'écluse qui doit régler l'entrée des eaux du lac Oich, dans la partie orientale du canal.

Le lac Oich, comme le lac Doughfour, est trop élevé pour qu'on n'ait pas besoin de creuser son lit, c'est ce qu'on fait par le moyen d'un bateau portant un chapelet à godets mu par la machine à vapeur.

Le bateau porte deux chapelets, un de chaque bord, afin que, quand on répare l'un, l'autre soit en état de jouer, sans qu'il y ait jamais interruption dans le travail. Les chapelets ont chacun trente godets.

Les bateaux servant de transport à la vase excavée, ressemblent assez à nos maries-salopes. Ils portent cinquante tonneaux de déblais, dans le tronc de pyramide que présente l'intérieur de

leur carène. Au fond de ce tronc de pyramide, deux sabords tournent sur un même axe horizontal et perpendiculaire à la direction de la quille; un sabord vers l'avant, et l'autre vers l'arrière. Ces sabords sont haussés et baissés par des chaînes qu'on manœuvre de dessus les parties du pont du bateau, une chaîne vers l'avant, et l'autre vers l'arrière. Les chaînes vont s'enrouler chacune sur un petit virevau qu'on manœuvre avec facilité, par le moyen d'une double manivelle.

L'emplacement où l'on a creusé le lit du canal est si près de la rivière Oich, qui se jette dans le lac Ness, qu'il a fallu changer en deux ou trois points différents le cours de cette rivière, ainsi qu'on l'a fait pour la rivière Ness. Mais l'Oich n'est pas, à beaucoup près, aussi facile à maîtriser que la rivière Ness, parce que le lac Ness, vu son immense étendue, n'a jamais de crues subites et considérables. Au contraire, les lacs Oich et Garry, dont la rivière Oich déverse les eaux dans le lac Ness, étant d'une très-petite superficie comparativement au développement de montagnes et de vallées dont ils reçoivent les eaux torrentueuses, ces lacs sont sujets à varier de niveau avec la plus grande irrégularité.

Nous arrivons enfin à la troisième et dernière partie du canal qui s'étend depuis le lac Oich jusqu'à la baie ou loch Eil. Les travaux de cette par-

tie sont exécutés par M. Wilson, homme de beaucoup de mérite, et auquel j'ai la plus grande obligation pour les communications qu'il m'a faites et les explications qu'il m'a données. J'ai visité avec lui les routes parallèles de Glenroy, qui sont à peu de distance du lac Lochi. Ce sont trois espèces de coupées faites sur le penchant des montagnes, des deux côtés d'une longue vallée. La hauteur des routes, d'un côté, correspond parfaitement à la hauteur des routes de l'autre côté. Les secondes routes sont à quatre-vingts pieds au-dessous des premières, et les troisièmes à trois cents pieds au-dessous des secondes. Les géologistes écossais ont long-temps discuté pour savoir si ces routes étaient l'ouvrage de l'art, ou l'effet des eaux d'un lac qui aurait eu trois grands écoulements successifs. J'avoue que les raisons données en faveur d'une de ces opinions me semblent à peu près aussi peu satisfaisantes que celles données en faveur de l'autre. Je confesse ingénument qu'après avoir parcouru ces étonnantes routes, et considéré attentivement les localités, il m'a été impossible d'expliquer la construction artificielle de six routes parallèles qui n'aboutissent à rien, et la formation naturelle de six coupées par des écoulements d'un lac, dont je ne puis voir ce qui formait, ou ce qui devait former le barrage. Mais comme je ne suis l'auteur d'aucun

système, je n'ai point les dons miraculeux de cette foi qui peut, à son gré, placer et déplacer les montagnes : revenons au canal calédonien.

L'excavation du terrain, entre les lacs Oich et Lochi, n'offre rien que nous n'ayons vu dans les précédents travaux du même genre.

De même qu'il faut élever le niveau du lac Doughfour vers l'extrémité orientale du canal calédonien, de même aussi, vers la partie occidentale, faut-il élever le niveau du lac Lochi. Mais cette dernière opération est beaucoup plus difficile que la première ; il faut élever le niveau de douze pieds au lieu de dix. On a préféré condamner l'ancien lit de la rivière Lochi, après en avoir creusé un nouveau, plutôt que d'excaver le lac Lochi pour lui donner une profondeur suffisante : opération que, d'ailleurs, il aurait fallu renouveler à grands frais d'époque en époque.

Le nouveau lit de la rivière Lochi est conduit jusqu'à la rivière Spean, qui se jette dans la baie de Eil. Les eaux de ces deux rivières courant avec beaucoup de rapidité, viennent, après s'être réunies, battre le pied des embanquements du canal. On a dû, pour se défendre du pernicieux effet de ces eaux, fortifier la digue, du côté sud-est du canal, avec des revêtements en maçonnerie.

Du lac Lochi, au lac ou plutôt à la baie de Eil, la distance est d'environ huit milles ; le canal

est achevé dans toute cette étendue. Néanmoins, comme il reste à faire quelques travaux aux écluses d'entrée, cette partie du canal n'est pas encore ouverte à la navigation.

Depuis le lac Lochi jusqu'à la baie de Eil, le canal est sur le bas de la pente d'une chaîne de montagnes, dont les vallées déversent des torrents impétueux, auxquels il fallait donner une issue. C'est ce qu'on a fait par des ponts aquéducs sur lesquels passe le canal. Plusieurs de ces aquéducs sont composés de manière qu'une arche centrale sert pour l'écoulement des eaux, tandis que deux arches latérales plus petites servent pour le passage des piétons. Ce moyen a paru plus économique que de jeter des ponts sur le canal, dans la direction des chemins de traverse qui suivent la pente des vallées.

L'écluse qui régularise les eaux du canal, à partir du lac Lochi, présente une particularité qu'il est bon de remarquer. Au lieu d'employer des pierres de taille dans l'espace circulaire où se meut sur lui-même le poteau tourillon de chaque ventail, on s'est servi d'épaisses feuilles de fer coulé, ayant extérieurement la forme concave et cylindrique qu'on donnait aux pierres de taille dans la partie que nous venons de désigner. Ensuite, on a scellé ces feuilles sur une maçonnerie ordinaire. Cette nouvelle application du fer coulé

a réussi ; mais il m'a semblé, par ce que m'ont dit les ingénieurs et les entrepreneurs chargés des travaux du canal, que cet emploi n'était pas d'un avantage bien marqué. Aussi n'a-t-on pas eu recours au même moyen en exécutant les constructions subséquentes.

Dans un endroit seulement, on a fait passer les eaux d'un torrent dans le lit du canal. Mais avant d'y pénétrer, les eaux de ce torrent sont retenues dans un vaste réservoir, où, perdant leur vitesse, elles déposent les matières qu'elles charriaient ou qu'elles tenaient en suspension. Ce n'est ensuite que la partie supérieure de ces eaux qui peut entrer dans le canal, et c'est, comme on sait, la plus épurée.

Près du même endroit, il y a un déchargeoir des eaux superflues du canal. Les vannes de ce déchargeoir sont en fer coulé, ainsi que leur encadrement fixé dans la maçonnerie, et le système de barres, de roues dentées et de manivelles par lesquelles on manœuvre ces vannes. L'exécution de ce déchargeoir m'a paru parfaite.

Je ne parle pas des ponts tournants en fer coulé qui se trouvent sur la partie occidentale du canal calédonien, parce qu'ils sont en tout semblables à ceux que nous avons déjà décrits.

C'est non loin de l'extrémité du canal, du côté de la baie de Eil, qu'on trouve la grande chaîne

de huit écluses, nommée assez communément l'Escalier de Neptune (Neptune's Staircase.)

Les portes ont quarante pieds de longueur, la profondeur d'eau est de vingt pieds ; la longueur des écluses, d'une porte à l'autre, est de cent quatre-vingts pieds ; enfin, la différence de niveau des eaux au-dessus et au-dessous de cette chaîne d'écluses est de soixante-quatre pieds (huit pieds par écluse). Le fond de toutes ces écluses est revêtu en maçonnerie qui, dans cette partie, a la forme d'un arc renversé. Les portes ont leur membrure en fer coulé, comme celles de Muirton ; à cela près, que celles-ci ayant été faites les premières, ne sont pas aussi perfectionnées, et pèsent davantage.

Quand j'ai visité le canal calédonien, on travaillait à plusieurs de ces portes ; les unes étaient encore en chantier, d'autres étaient à demi posées. J'ai suivi de la sorte les progrès de leur construction, et je décrirai soigneusement cette opération.

Un peu au-delà de la grande chaîne d'écluses, on trouve deux autres écluses et un bassin, ou garre, ayant sept cent cinquante pieds de long, sur trois cents de large. Au-delà de ce bassin, est l'écluse d'entrée du canal, dans la baie qui conduit à la mer Atlantique.

La dépense totale du canal est maintenant

estimée à huit cent mille livres sterlings, ou vingt millions de francs. Les trois quarts de cette somme sont déjà dépensés. On estime qu'il faut encore quatre années (1) pour que le canal soit navigable dans toute son étendue.

Il sera nécessaire de faire plusieurs entreprises accessoires, pour donner au canal toute l'utilité dont il est susceptible. On devra construire un phare à la pointe du cap Tarbet-Ness, pour éclairer l'entrée de la baie de Murrai dans l'océan Germanique. Il faudra pareillement un phare à l'entrée de la baie, entre les îles de Mull et de Kerrera, du côté de la mer Atlantique.

Mais pour donner au canal calédonien tout l'avantage dont il est susceptible, il faut qu'on perce un nouveau canal entre le lac Eil (ouest), le lac Shiel et la mer. Ce nouveau travail ne semble pas devoir être d'une grande dépense, vu le peu d'étendue des coupées qu'il sera nécessaire d'exécuter.

Alors les vaisseaux débouchant par l'extrémité occidentale du canal calédonien, pourront, à volonté, se diriger vers le nord-ouest, ou le sud-ouest, suivant qu'ils passeront par l'une ou l'autre issue.

---

(1) Cette estimation est fondée sur les sommes présumées que le parlement accordera pendant ce laps de temps.

M. Stevenson, en parlant des objections qu'on a faites contre le canal calédonien, relativement à la grandeur de ses dimensions, présente une observation qui me paraît pleine de justesse.

Il nous semble, dit-il, qu'il était convenable de ne pas fixer les dimensions du canal, seulement suivant le rang des bâtiments qui font actuellement le commerce de la Baltique et du grand Océan. On doit compter aussi sur les progrès de la navigation, quant à ce qui concerne la grandeur des navires. Ainsi, lorsqu'en 1768, on fixa la profondeur du canal du Clyde à huit pieds, et les sas d'écluse à soixante-dix pieds de longueur, sur dix-neuf de largeur, on regardait ce projet comme conçu sur une trop vaste échelle, comparativement aux dimensions des navires qu'on employait alors; et c'est pour cela que ce canal fut appelé le Grand Canal. Cependant, loin d'être resté trop large et trop profond, on a senti, depuis, qu'il était nécessaire d'accroître ces deux dimensions; et, si l'on avait à le construire à neuf aujourd'hui, on accroîtrait encore ces dimensions déjà augmentées.

D'ailleurs, il faut convenir que, quand on a de l'eau en abondance, il est toujours plus avantageux de naviguer sur de larges canaux, et pour la facilité du halage, et parce que la résistance et le remou des eaux étant moindres, les rives des

canaux sont moins promptement détruites (1).

Quant aux difficultés que peut présenter la navigation de quelques lacs, elles sont réelles sans doute. Mais néanmoins elles me semblent exagérées; elles me semblent surtout beaucoup moins grandes que le danger de doubler les îles Orcades pendant la mauvaise saison. Les armateurs et les marins anglais sont entreprenants, actifs et doués d'une extrême persévérance ; je suis persuadé qu'ils trouveront des moyens pour vaincre les obstacles, à mesure que ces obstacles se présenteront devant eux.

---

(1) Comme les canaux d'Angleterre sont généralement fort étroits, on n'y peut pas naviguer avec des bateaux à vapeur; la réaction de l'eau contre les rivages en détruirait promptement les talus.

RAPPORT

De la Commission nommée par le contre-amiral L'Hermitte, *préfet maritime de l'arrondissement de Toulon, sur le Tableau de l'architecture navale militaire, aux* 18^e^ *et* 19^e^ *siècles.*

Conformément aux ordres de Son Exc. le ministre de la marine et des colonies, le général L'Hermitte, préfet maritime de l'arrondissement de Toulon, nous a choisis dans les différents corps de la marine, pour examiner en commission, un ouvrage ayant pour titre : *Tableau de l'Architecture navale militaire, aux dix-huitième et dix-neuvième siècles*, par M. Dupin, capitaine du génie maritime, associé étranger de l'Institut royal de Naples, correspondant de la première Classe de l'Institut royal de France.

D'après les instructions données par le général préfet, dans sa lettre de convocation du 4 octobre 1814, la Commission doit, après avoir fait part à l'auteur de ses conseils sur les moyens qu'elle croit propres à rendre l'ouvrage aussi utile

qu'il puisse l'être, faire connaître au gouvernement son opinion sur cette utilité.

Ce nouvel ouvrage, digne des encouragements d'un gouvernement éclairé, n'est pas le seul fruit des travaux de l'auteur.

Ses Développements de Géométrie appliquée à la science des ingénieurs, jugés, par la première Classe de l'Institut, dignes de faire suite aux beaux travaux de M. Monge; ses expériences sur la force des bois, approuvées par la même Classe, sur le rapport de M. Sané, inspecteur général du génie maritime; ses recherches sur la stabilité des corps flottants, déclarées dignes d'être insérées dans la collection des savants étrangers de cette Classe; plusieurs autres Mémoires composés pour l'École Polytechnique; tels sont les garants que nous offre la réputation de M. Dupin, pour nous assurer qu'il est digne de remplir la tâche qu'il s'est imposée.

Si, sur des sujets de mathématiques transcendantes, M. Dupin, au jugement de l'illustre Lagrange, a trouvé le moyen de présenter des choses neuves et intéressantes sur un sujet qui semblait épuisé, nous pouvons concevoir l'espérance qu'il en trouvera d'également neuves et d'également intéressantes sur un sujet dont le champ est si vaste, et les routes parcourues jusqu'ici si peu nombreuses.

Plusieurs auteurs ont traité l'architecture navale, considérée comme art, Chapman, Duhamel, Vial du Clairbois, Duranti de Lironcourt, etc.; mais leurs ouvrages incomplets ne considèrent qu'une partie fort restreinte du grand art qu'il eût fallu embrasser dans son entier. Les uns purement spéculatifs, les autres entièrement pratiques, offrent des connaissances isolées qu'une grande chaîne a besoin d'unir pour en former un tout parfait; tel est le but que nous semble devoir atteindre l'ouvrage de M. Dupin.

La Commission s'est d'abord assemblée pour entendre la lecture d'une analyse raisonnée, dans laquelle l'auteur fait connaître le plan général qu'il a cru devoir suivre, les principaux matériaux qu'il a mis en œuvre, et les sources variées dans lesquelles il a puisé les choses nouvelles ou peu connues qu'il présente.

Cet ouvrage est divisé en deux parties bien distinctes. La première, qui seule doit occuper la Commission, traite de la *structure* et de la *construction* d'un navire en général. C'est le vaisseau à trois ponts de M. Sané qui sert de type aux descriptions de l'auteur. Chapman avait pris pour type la frégate et les corsaires; Duhamel, le vaisseau de 70; Vial du Clairbois, le vaisseau de 74; un auteur anglais, le 80. On doit savoir à M. Dupin un double gré d'avoir choisi le vais-

seau de 120; d'abord parce qu'il est le plus complet de touts, ensuite parce que seul il n'a pas été décrit spécialement.

La seconde partie traitera de chaque classe de navires en particulier, depuis le bâtiment de haut bord jusqu'au moindre canot. Cette partie sera pour l'architecture navale ce qu'est pour l'architecture civile le grand ouvrage de M. Durand, professeur à l'École Polytechnique; il sera le parallèle des édifices flottants.

Dans la première partie, un volume est consacré à faire connaître les rapports de forme, de position et de jeu de toutes les parties qui constituent un vaisseau complétement armé; c'est la structure des vaisseaux décrite en général.

Un second volume est consacré à faire connaître les moyens d'exécution des objets dont le premier explique la structure; c'est la construction des vaisseaux en général.

Cette marche toute nouvelle est si simple et si naturelle, qu'il semble qu'elle ait dû se présenter d'elle-même à l'auteur. Cependant M. Dupin avoue avec sincérité qu'il n'y est parvenu qu'à force de tâtonnements long-temps infructueux; c'est le propre des idées les plus lumineuses, de paraître nées d'elles-mêmes après avoir été trouvées, et d'avoir exigé les plus grands efforts de l'esprit pour être découvertes.

La division établie par l'auteur entre la structure et la construction, offre plusieurs avantages.

L'officier de marine doit connaître la structure de tout ce qui compose un vaisseau complétement armé. Il peut, à la rigueur, se dispenser d'entrer dans les détails de fabrication, de construction de ces objets.

Ainsi, le premier volume est tout entier utile aux marins et aux ingénieurs. Le second renferme les connaissances qui tiennent plus particulièrement à l'art des ingénieurs.

L'auteur se proposant de suivre la même marche dans la seconde partie que dans la première, cette conformité dans sa méthode présentera la même uniformité d'avantages pour toutes les classes de bâtiments.

« Un officier de marine, dit l'auteur, n'est pas » appelé seulement à servir sur des vaisseaux du » premier ou du second rang; il peut à chaque » instant être embarqué sur des frégates ou des » bricks, ou des goëlettes, etc. Il doit donc ne se » trouver étranger à rien de ce qui caractérise ces » divers bâtiments; leur structure doit lui être » familière. C'est même en étendant ses vues à » toutes les classes de bâtiments de guerre, en » comparant leurs formes et leurs qualités, qu'il » agrandira ses idées, et possédera dans toute

» son étendue la partie la plus sublime de son » art. »

Ainsi la seconde partie de l'ouvrage du capitaine Dupin, pour ce qui concerne la description des diverses classes de bâtiments de guerre, ne sera pas moins utile aux marins que ce qui regarde la construction des mêmes navires ne devra l'être aux ingénieurs.

Passons maintenant au développement du plan suivi par l'auteur dans la première partie.

Dans le premier volume il expose :

1°. La structure de la charpente des vaisseaux, avec des considérations générales sur ce qui caractérise leurs formes les plus remarquables.

2°. La structure des machines simples et de leurs combinaisons employées à bord d'un vaisseau pour sa manœuvre.

L'auteur considère successivement les machines qui se rapportent aux cordes, aux poulies, au levier, au cabestan, au plan incliné, au coin et à la vis. Cette division, en même temps qu'elle rendra l'ouvrage extrêmement facile à consulter, laissera dans la mémoire, des idées nettes de la manière dont chacun des éléments des machines entre dans le système général de la grande machine du vaisseau.

Des tableaux synoptiques qui ont dû demander à l'auteur un immense travail, présentent d'un

coup d'œil le dormant, les passages et l'amarrage de chacune des manœuvres des mâts et des vergues, des voiles carrées et des voiles auriques ; de l'ordre suivant lequel sont capellées toutes les manœuvres dormantes, etc. Ces tableaux seront très-utiles aux élèves de la marine et du génie maritime, pour saisir l'ensemble du jeu des manœuvres, et retrouver immédiatement touts les détails échappés à leur mémoire.

3°. La structure des machines conservatrices du vaisseau et de l'équipage ; telles sont les pompes à épuisement, à incendie, à laver; les cuisines, les fourneaux de roulis, les fours, les cheminées, les ventilateurs, etc. L'auteur fait connaître touts les progrès relatifs à ces objets importants.

4°. La structure des machines de guerre, employées sur un vaisseau et leur établissement à bord.

5°. La structure des distributions intérieures ou emménagements, et la description en général de l'installation et de l'arrimage.

6°. Enfin l'exposé des méthodes géométriques nécessaires pour tracer les plans de vaisseau. Cette dernière partie n'est pas encore complète, parce que l'auteur a préféré remettre ce travail aux moments qu'il sera forcé de passer loin des ports, pour publier son ouvrage, aimant mieux mainte-

nant s'occuper de la description des objets qu'il faut avoir sous les yeux pour les peindre.

Cette partie sera la seule que l'on ne puisse entendre sans connaissances mathématiques un peu relevées. L'auteur s'est efforcé de rendre élémentaire tout ce qui pouvait être rendu tel. Les membres de la Commission ont paru généralement satisfaits de la clarté des descriptions, même de celles qui tiennent à des méthodes géométriques de charpentage et de manœuvre. L'auteur les a dégagées de tout appareil scientifique, sans rien dérober à leur exactitude.

Cette clarté met à la portée des jeunes élèves de la marine, la description de toutes les parties de la structure des vaisseaux, et c'est un grand avantage. Toute la partie qui décrit la structure des vaisseaux et de leurs machines, doit devenir pour ces élèves le meilleur des livres classiques.

Le second volume présente d'abord le tableau des moyens d'exploiter les bois, de les amener dans nos ports, de les examiner, et de les admettre en recette, ainsi que les autres matières premières principalement utiles aux travaux d'un arsenal. La Commission a surtout remarqué, dans cette partie, la description du flottage des radeaux du Rhin, celle de l'exploitation des mâtures dans les Pyrénées, ainsi que leur flottage sur le torrent qui les conduit à Bayonne. M. Dupin présente sur

la régie de nos forêts, qu'il compare à celle des nations étrangères, une foule de vues importantes.

Ensuite vient l'exposition des méthodes qui constituent la construction proprement dite d'un vaisseau. Cette partie est trop étendue pour que nous puissions seulement en donner une idée dans ce Rapport. Toutes les méthodes importantes du charpentage y sont développées avec ordre et clarté.

Le second volume est terminé par la description des travaux du perçage, du calfatage, de la mise à l'eau des vaisseaux, de leur abattage et de leur entrée dans les bassins.

En embrassant un plan aussi vaste, M. Dupin ne s'est pas borné au simple exposé de ce qui se pratique actuellement, soit dans nos ports, soit dans ceux des principales puissances maritimes.

« Je n'ai pas voulu, dit-il, présenter uniquement le tableau de ce qu'on fait aujourd'hui » dans la marine; j'ai cru devoir anticiper sur » l'avenir et remonter dans le passé. D'une part, » en suivant dans les choses déjà faites, l'histoire » de leurs progrès les plus intéressants; de l'autre, » en cherchant à prévoir ce que pourraient produire les perfectionnements proposés déjà, ou » que, du moins, il est possible de proposer;

» j'ai toujours soin de citer les auteurs auxquels » je fais ces utiles emprunts. »

Cette marche comparative ajoute un nouvel intérêt à celui dont est susceptible chaque objet en particulier; elle fera naître des idées nouvelles dans les têtes pensantes, elle sauvera de l'oubli les services rendus par les auteurs d'une foule de perfectionnements et d'inventions utiles. Mais l'auteur a beaucoup à faire encore pour réunir les connaissances de ces services rendus dans les différents ports, et, pour ainsi dire, renfermés dans l'enceinte de leurs arsenaux.

La justice franche et entière que l'auteur se plaît à rendre à touts les services, sans acception de corps ni de personnes, fait estimer et chérir son caractère.

Il ne suffit pas que le plan général soit sagement conçu, et ses divisions principales marquées de manière à présenter l'ordre le plus simple, le plus clair et le plus instructif; il faut que l'exécution corresponde à l'étendue de la pensée.

Chacun des membres, avant de conférer généralement avec touts les autres, a voulu lire séparément touts les chapitres qui ont quelques relations avec les connaissances de sa partie, ou le sujet de ses recherches et les fruits de son expérience.

Chacun a fait ses observations à l'auteur sur les

additions et les suppressions qu'il lui paraissait convenable de faire. L'auteur a combattu très-peu de ces observations, et toutes les fois qu'il n'a pas répondu d'une manière péremptoire aux objections qu'on lui faisait, il a de suite déféré à l'opinion de la Commission.

Pour améliorer l'ordre suivi dans le premier volume, l'auteur a proposé de diviser en deux le chapitre de l'Installation, pour présenter séparément le tableau de la structure de toutes les machines nécessaires à la sûreté ou à la vie des marins. La Commission approuve une subdivision qui permettra d'offrir plus de détails intéressants sur ces machines, et rendra plus rapide le tableau de l'Installation.

Quelques membres ont désiré la suppression de plusieurs articles d'artillerie qui n'avaient pas avec l'architecture navale un rapport immédiat; l'auteur s'est empressé de le faire.

On a désiré que M. Dupin joignît au chapitre relatif aux bois, les résultats les plus importants des expériences faites par lui à ce sujet; l'auteur, qui avait eu la modestie de ne pas les insérer dans son ouvrage, les y placera.

M. le président Duranteau a émis le vœu de voir exposer, d'une manière étendue, les moyens que l'art peut fournir pour réparer des avaries, soit dans les ports, soit surtout à la mer. L'auteur,

en sentant l'importance d'une telle addition, s'est engagé à la faire avec tout le soin et la patience dont il est susceptible.

La Commission pense qu'il serait utile que l'auteur entrât dans quelques détails sur les manufactures des toiles à voiles; sur les forges et sur les divers ateliers qui dépendent du grand art qu'il traite, et ce, pour répondre aux vues de Son Exc. le ministre de la marine et des colonies, contenues dans sa dépêche en vertu de laquelle est instituée la Commission.

Nous ne parlerons pas de toutes les additions, de touts les perfectionnements de détail que chacun des membres a cru devoir indiquer à M. Dupin; cet officier infatigable les a de suite exécutés; et la Commission peut dire avec satisfaction que les deux mois qu'elle a passés à l'examen de l'ouvrage ont été mis à profit par l'auteur, pour suivre les vues des commissaires, en améliorant, en complétant, en réduisant touts les chapitres qui paraissaient susceptibles de l'être.

Néanmoins la Commission sent que les deux volumes présentés par M. Dupin n'ont pas encore atteint le degré de perfection et de maturité qu'on peut leur souhaiter. L'auteur n'a pu décrire de manière à ne plus rien laisser à désirer, que les méthodes pratiquées dans les divers ports qu'il

a vus, et il lui en reste encore beaucoup à visiter.

Indépendamment du manuscrit sur lequel la Commission vient d'émettre ses opinions, M. Dupin a présenté une collection de planches qui doivent l'accompagner, de telle manière cependant que l'ouvrage sans les planches soit partout intelligible, et que les planches sans l'ouvrage, avec leurs simples légendes, soient suffisantes pour donner la forme précise et complète de touts les objets décrits dans l'ouvrage.

Quarante planches, toutes du même format, formeront cette collection : elle sera divisée en deux grandes séries qui correspondront aux deux parties principales de l'ouvrage.

Les planches qui la composent, au nombre de vingt, offrent les détails de charpente d'un vaisseau à trois ponts, et, pour le même vaisseau, les détails des cabestans, des pompes, des cuisines, des mâts et des poulies, du gréement et des voiles. Ces trois dernières parties sont traitées par un ami de l'auteur, M. de Lamorinière, officier du génie maritime ; les planches, surtout celle qui représente un vaisseau à trois ponts au plus près du vent, sont dignes d'être mises à côté des plus belles de la collection. Les planches, dessinées par le jeune élève que M. Dupin a formé, méritent

aussi beaucoup d'éloges pour leur grande exactitude.

La seconde série doit présenter les principaux détails de structure des bâtiments de chaque espèce, ce sera le parallèle de l'architecture navale, ou l'architecture navale comparée. Quelques-unes des planches de cette série sont déjà faites, et ce sont des chefs-d'œuvre dans leur genre. L'une offre la projection de face et de profil des ornements de la poupe et de la proue des vaisseaux de 120, de 110, de 80, de 74, d'une frégate de 40 et d'une corvette de 20 canons. Le dessin des sculptures est l'ouvrage de l'ancien maître sculpteur de Venise, Ubach. Une autre planche, plus étonnante encore, présente la vue géométrale de touts les bâtiments de guerre avec leurs voiles déployées dans les allures les plus favorables pour bien faire connaître le système de leur gréement, de leur mâture et de leur voilure. La grosseur des cordages est indiquée dans ses proportions relatives, ainsi que celle des mâts et de toutes les parties de l'accastillage; cependant la grandeur des bâtiments ainsi dessinés n'est que de deux millièmes de la grandeur naturelle. C'est à son ami M. Chappuis, officier du génie maritime, que l'auteur doit cette belle planche.

En général, chacune de ces planches offre un travail prodigieux; tout y est représenté par les

méthodes de la géométrie descriptive, si familière aux ingénieurs qu'a produits l'École Polytechnique. Touts les objets d'un même genre y sont exécutés sur une même échelle, ce qui rend plus faciles les moyens de comparaison, et donne de plus justes idées sur les rapports des objets.

L'auteur s'est servi de la perfection qu'il était possible d'apporter dans ce genre de dessin, pour réduire la grandeur des parties représentées, autant que cela se pouvait, sans qu'elles cessassent d'être non-seulement intelligibles, mais exécutables.

Il existe un ouvrage anglais publié par David 1805, sur l'architecture navale, qui, par le nombre et la beauté de ses planches, surpasse tout ce que nous possédons de mieux en ce genre. Les planches de M. Dupin, si elles peuvent être gravées aussi-bien qu'elles sont dessinées, effaceront celles de cet ouvrage, et nous donneront la palme des arts graphiques de la marine.

En résumant ses opinions, la Commission pense que le but de l'ouvrage est éminemment utile, que les divisions principales sont faites de manière à ne présenter aux marins que ce qui est généralement utile aux marins, et aux ingénieurs que ce qui leur est particulièrement né-

cessaire ; que le manuscrit et les planches forment deux ouvrages intimement liés par l'uniformité de leur plan, assez complets, assez clairs l'un et l'autre pour être indépendants, de manière qu'en lisant le manuscrit à bord d'un bâtiment, ou sur un chantier, ou dans un atelier en présence des objets décrits, on en saisisse parfaitement la structure, et qu'en possédant les planches loin d'un grand arsenal et de modèles de toute espèce, on puisse néanmoins exécuter parfaitement toutes les parties essentielles de la construction.

Ainsi, l'ouvrage peut être économique pour les jeunes élèves du génie et de la marine, et les planches seront précieuses pour touts les ingénieurs, pour touts les marins qui voudront approfondir leur art.

Un tel ouvrage manquait à la marine française ; M. Dupin peut le lui donner. Mais il est nécessaire que cet ingénieur, lorsqu'il aura porté la seconde partie de son ouvrage au même degré d'avancement que la première, parcoure les principaux ports de la France et de l'étranger, pour y porter son esprit d'observation ; juger tout avec l'impartialité qui le caractérise, et rassembler d'importants matériaux pour les mettre en œuvre avec cette constance inébranlable que l'auteur montre dans la poursuite de ses utiles entre-

prises; revoie le tout avec une nouvelle sévérité, en profitant des observations que le temps ne manquera pas de lui suggérer : la Commission conclut enfin que le plan général de l'auteur est bien établi pour produire un ouvrage bon, utile, intéressant, digne des encouragements du gouvernement d'une grande nation; et elle ose espérer que S. Exc. le ministre de la marine ne refusera pas au jeune auteur ces nobles et dignes encouragements, dont les principaux viennent d'être indiqués.

Fait à Toulon, en novembre 1814.

Les membres composant la Commission, MM.

Duranteau, capitaine de vaisseau de première Classe, ancien major général de l'armée navale de la Méditerranée, président de la Commission.

Lefebvre, chef de bataillon au corps du génie maritime, et par remplacement.

Dumonteil, capitaine du génie maritime et rapporteur de la Commission.

Fouques, capitaine de frégate, ancien premier adjudant de l'armée navale de la Méditerranée.

Coupe, officier d'artillerie de marine.

Folliart, ingénieur des travaux maritimes.

OLLIVAUT, commissaire du magasin général.
CAPELLE, sous-inspecteur de marine.

Nota. Pour répondre aux vues éclairées, aux intentions bienveillantes et aux suffrages trop flatteurs de cette Commission, l'auteur a refait en entier la première partie de son ouvrage. Il s'est efforcé de rendre son plan plus simple encore et plus méthodique. Ce n'est qu'après avoir redoublé d'efforts et de soins pour perfectionner son travail, qu'il a cru pouvoir le soumettre à l'examen de la première Classe de l'Institut.

TABLEAU
DE L'ARCHITECTURE NAVALE,
MILITAIRE,
AUX DIX-HUITIÈME ET DIX-NEUVIÈME SIÈCLES.

MÉMOIRE ANALYTIQUE,

Lu, par l'auteur, à la première Classe de l'Institut de France.

MESSIEURS,

Pour répondre à l'honneur que vous m'avez fait en m'admettant au nombre de vos correspondants, j'aurais voulu vous faire hommage du *Tableau complet de l'architecture navale, militaire, aux dix-huitième et dix-neuvième siècles,* ouvrage qui depuis long-temps occupe touts mes loisirs. Je dois maintenant interrompre une entreprise formée et poursuivie en des temps orageux, autant que les lieux et les circonstances

ont pu me le permettre. L'état menacé nous appelle à la défense de ses frontières continentales ; il faut interrompre nos travaux maritimes ; il faut reprendre l'épée, et suspendre nos compas au temple de la Patrie.

Je prie la Classe de recevoir en dépôt mon manuscrit, ainsi que les planches qui l'accompagnent, et d'écouter avec indulgence quelques réflexions qui feront connaître mon plan et mes idées sur son exécution. Peut-être donneront-elles le moyen d'achever ce que j'ai commencé, s'il ne m'est pas donné de conduire moi-même jusqu'au bout mes entreprises.

Plusieurs branches de l'architecture navale ont été traitées avec plus ou moins de succès et d'une manière plus ou moins étendue. Aucun ouvrage méthodique ne présente encore le tableau complet de cette architecture, même pour une seule Classe de bâtiments. Dans tel écrit on a simplement traité de la charpente d'un navire ; dans tel autre, de sa mâture, ou de sa voiture, ou de son gréement, etc. ; mais dans aucun livre on n'a considéré simultanément touts ces objets pour en déduire complétement les grands rapports qui les unissent entre eux. Cependant ces rapports sont ici plus nombreux, plus intimes et plus nécessaires que dans toute autre architecture. Le poids, la superficie, la position de chaque objet; les

mouvements qu'il peut prendre et l'espace qu'il peut parcourir, tout influe sur les qualités du navire en général, et sur la forme, sur la disposition des autres objets qui composent le matériel de ce navire.

Qui dit *architecture*, d'après l'étymologie même de ce nom, dit ordonnance suprême et générale. L'architecture n'est pas seulement l'art de concevoir, de tracer et d'élever les murs d'un édifice; elle est l'art de travailler et de coordonner touts les objets, toutes les parties qui entrent dans la composition d'un édifice en général. En cela, je puis m'écarter des idées vulgairement reçues; mais je crois remonter aux vrais principes.

Ainsi, je regarde comme faisant partie de l'architecture navale, la mâture, la voilure, le gréement, l'installation même et l'arrimage, ces parties accessoires dont le but est uniquement dans la meilleure disposition des objets que le vaisseau doit contenir.

L'établissement de l'artillerie à bord des vaisseaux, la connaissance de sa force, de ses effets, de son poids, etc., font évidemment partie de l'architecture navale militaire; j'ai donc dû faire entrer dans mon plan cet établissement, et la connaissance de touts les objets qui en dépendent.

En réunissant ainsi des parties qu'on s'efforce ordinairement d'isoler, je suis parti de ce principe : si la division des travaux est quelquefois utile, pour qu'ils soient plus facilement conduits par des subalternes qu'on suppose bornés ; cette division au contraire est très-pernicieuse dès qu'on veut remonter aux vrais principes de l'art, embrasser leur système, y mettre tout en harmonie et chercher à perfectionner.

Cependant, s'il est vrai de dire que toutes les parties dont nous venons de faire l'énumération soient intimement liées avec l'architecture navale, n'oublions pas non plus que ces mêmes parties ont des ramifications étrangères à cette architecture. Il faut donc éviter avec soin de se jeter dans les routes divergentes qui croisent à chaque instant les chemins qu'il importe de parcourir.

Après avoir rallié tous les objets qui se rattachent naturellement à mon sujet, il m'a fallu fixer l'ordre dans lequel il convient le mieux de les traiter. J'ai reconnu d'abord qu'il fallait diviser mon ouvrage en deux parties principales.

La première présente le tableau de l'architecture navale restreinte à la description du navire le plus complet : c'est à proprement parler le tableau de l'*architecture* GÉNÉRALE. J'ai choisi pour type de mes descriptions le vaisseau à trois

ponts, de M. Sané, inspecteur-général du génie maritime, et membre de la Classe.

La seconde partie présente successivement, et d'une manière comparative, le tableau de chaque espèce de navires, depuis le vaisseau de guerre du premier rang jusqu'au simple canot. Ces bâtiments divers ont leurs qualités, leurs formes, leur architecture analogue ou différente; ce sont surtout ces caractères de dissemblance ou de similitude que je veux faire connaître : leur tableau sera celui de l'*architecture navale* COMPARÉE.

Je m'arrête à la première partie, la seule dont je me propose aujourd'hui de vous entretenir.

C'est dans cette partie que j'ai surtout été embarrassé pour trouver l'ordre suivant lequel doivent être classés les nombreux matériaux qui la composent : cette recherche est peut-être la plus difficile et la plus pénible de toutes celles que j'ai dû dans mon travail.

Ainsi que je l'ai déjà dit, en d'autres termes, toutes les ramifications du grand art de la marine se tiennent par une chaîne qui, pour échapper aux yeux dans quelques circonstances, n'en est pas moins continue. Comment exposer successivement et développer toujours avec clarté, des idées qui se tiennent et forment un ensemble en quelque sorte indivisible?

Il faudrait pouvoir commencer par chaque par-

tie, ou plutôt avoir déjà fait connaître toutes les autres, avant d'entreprendre, de parler de quelqu'une en particulier.

Les écrits publiés sur l'architecture navale, suivent presque touts l'ordre des travaux d'exécution, ou plutôt de mise en place des objets. Ils établissent le vaisseau sur ses chantiers, le construisent, le lancent, le mâtent, l'installent, etc.

J'avais d'abord regardé cette gradation comme la plus naturelle, et je l'avais suivie. Bientôt j'ai reconnu son insuffisance et ses nombreux inconvénients.

Pour qu'un vaisseau soit aussi parfait qu'il peut l'être, dans l'état actuel de l'art, chacune de ses parties doit être préparée pour recevoir un certain objet, ou remplir une fonction déterminée. Si cet objet ou cette fonction ne sont pas connus encore, comment développera-t-on les avantages et les inconvénients des dispositions qui leur sont relatives? Comment construira-t-on d'une manière éclairée, et d'après des principes qui ne soient pas empiriques (1)?

---

(1) Comment, par exemple, puis-je parler de la carlingue et des étambrais des différents mâts, avant d'avoir fait connaître ce que c'est qu'un mât; traiter des porte-haubans, avant d'avoir dit ce que c'est qu'un cordage appelé *hauban?* comment puis-je parler d'un bossoir, d'une paire

Cet enchaînement intime de tant de parties diverses avait rempli ma première rédaction d'une foule de digressions, parce qu'il fallait que je m'arrêtasse à chaque pas, pour montrer le but que je voulais atteindre.

Les amis auxquels je communiquai mon premier travail, sans m'indiquer précisément à quoi tenait le vice de ma rédaction, furent vivement frappés de l'embarras d'une telle marche et m'en firent sentir les inconvénients.

Alors je pris le parti de refaire tout ce que j'avais fait, et de suivre une marche entièrement différente.

Je vis qu'il fallait soigneusement distinguer deux choses que l'on confond trop ordinairement; c'est la *structure* et la *construction*. Je réclame ici de nouveau toute votre indulgence et votre attention sur une distinction qui, loin d'être un jeu de mots, comme on pourrait le croire au premier abord, me paraît au contraire indispensable.

La structure d'un édifice est la disposition de ses diverses parties; elle embrasse touts les rap-

---

de bittes, des trous d'écubiers, des boucles, des bosses, etc., avant d'avoir donné l'idée d'une ancre, d'un câble et de leur usage? Il serait superflu de pousser plus loin les citations.

ports de figure et de position de ces mêmes parties. La structure est toute entière dans la conception : c'est la science de l'ingénieur.

La construction d'un édifice est le travail, l'assemblage et la pose des divers éléments de l'édifice. La construction est toute dans l'exécution ; c'est la pratique de l'ingénieur et de ses subalternes : en un mot la structure est le résultat, le produit de la construction.

Je consacre le premier volume de mon architecture générale à la structure d'un vaisseau en général, et aux effets qui résultent de cette structure dans le jeu des diverses parties : je consacre le second volume à la construction de ce même vaisseau.

Il est facile de montrer l'utilité et même la nécessité de cette divison. Chaque art, pour obtenir ses produits, a besoin d'instruments qui sont eux-mêmes les produits d'autres arts. Il y a donc entre certains arts un enchaînement nécessaire qui les réunit comme par grandes familles. De manière qu'en partant de l'un d'entre eux, on pourrait de branche en branche remonter à touts les autres, pour ne rien employer, ne rien nommer qui fût inconnu. Lorsqu'on veut traiter complétement d'un seul art en particulier, il est des moyens simples de se resserrer dans des bornes moins reculées que les points extrêmes de ces grandes

filiations. C'est, premièrement, de décrire la structure et la construction des produits de l'art dont on s'occupe ; secondement, la simple structure des matières premières ou des instruments qui lui sont fournis par les autres arts.

Ainsi donc, à proprement parler, les constructions d'un art ne sont spécialement propres qu'à lui seul, tandis que la structure de ses produits est d'une connaissance nécessaire à touts les arts où ces produits servent comme instruments ou comme matières premières.

Le marin, par exemple, dont l'art est de manœuvrer un vaisseau, c'est-à-dire, de produire avec lui des mouvements déterminés, n'a pas besoin de connaître la construction de ce vaisseau ; mais il a besoin de connaître la structure du navire et de toutes les machines qu'il contient, parce que ce navire et ces machines sont pour son art des instruments nécessaires.

Le premier volume de la première partie sera donc à la fois propre aux marins et aux ingénieurs ; le second contiendra tout ce qui n'est rigoureusement nécessaire qu'aux ingénieurs.

Voyons, maintenant, si la simplicité de cette division permet de classer d'une manière facile et naturelle, touts les objets qui font la matière de ces volumes.

PREMIER VOLUME.

Description des vaisseaux.

Pour connaître complétement la structure d'un bâtiment de guerre et des diverses machines qu'il contient, on doit l'envisager sous plusieurs points de vue, essentiellement distincts l'un de l'autre; exposer les principes particuliers qui dérivent de ces manières différentes de le considérer, et les principes généraux qui naissent du rapprochement de ces diverses considérations.

Il faut d'abord étudier le navire comme un édifice flottant et mobile; ensuite comme un ouvrage militaire, également propre à l'attaque et à la défense; enfin comme une habitation où les hommes et les approvisionnements doivent trouver un logement.

Ces trois grandes divisions sont suivies, dans notre description générale du vaisseau.

Un navire, pour qu'il puisse flotter, doit être spécifiquement plus léger que l'eau qui l'environne et le supporte : il doit être un édifice en charpente. Mais quelles sont les formes qui conviennent le mieux à cet édifice? Tout n'est pas résolu dans cette grande question; mais aussi tout n'est pas à trouver. En considérant le vaisseau par rapport à la vitesse, à la stabilité, à l'action du vent, à la réaction de la mer agitée ou tranquille, à la

facilité, à la sûreté du service de l'artillerie, etc.; on démontre que la forme des vaisseaux doit satisfaire à certaines conditions qui limitent d'autant l'indétermination de cette forme. Il y a plus, on reconnaît que la forme de la carene de moindre résistance, forme si long-temps cherchée par de grands géomètres, ne conviendrait pas à nos vaisseaux, et ne les rendrait pas les meilleurs voiliers possibles, dans les circonstances les plus fréquentes de la navigation ; dans celles d'une mer agitée.

J'indique d'abord ce que l'expérience et le raisonnement ont pu faire connaître de certain sur la forme qui convient le mieux à nos vaisseaux. Pour rendre plus méthodique ce premier examen, je considère successivement le navire de l'avant à l'arrière, ou dans le sens de sa longueur; de tribord à bâbord, ou dans le sens de sa largeur; du bas en haut, ou dans le sens de sa hauteur.

Je montre ensuite, avec le plus grand détail, comment l'ingénieur parvient à combiner la charpente d'un navire ayant toutes les formes que nous venons d'indiquer; je décompose cette charpente en groupes ou systèmes de pièces, dont je décris la position, la figure et l'effet. Partout où la structure des vaisseaux étrangers offre, avec la structure des nôtres, quelque différence importante, je m'applique à la faire connaître, et j'in-

siste particulièrement sur ces rapprochements, lorsqu'il me semble que nous aurions quelque avantage à profiter des innovations de nos rivaux.

Déjà le navire, par la structure que nous venons de décrire, est un édifice flottant; il faut le rendre un édifice mobile à volonté, par des moteurs ou des agens de retenue.

Je divise la description des moteurs du navire, en autant de sections que les géomètres comptent de machines simples en statique, c'est-à-dire, en sept parties.

1°. Les cordes: je donne une idée de la variété des cordes employées dans la marine, et plus communément désignées sous le nom de *cordages*.

J'analyse les beaux résultats de Duhamel du Monceau, pour comparer la force des cordages différemment filés, tordus et commis.

Dans un mémoire séparé, j'offre à la fin du volume un moyen arithmétique, simple et nouveau, pour décrire tous les nœuds et les amarrages. Qu'il me soit permis de vous citer ici le jugement très-indulgent qu'en a porté l'un de vos collègues, M. Carnot.

« J'ai trouvé fort jolie votre manière de décrire » arithmétiquement la formation des nœuds; elle » est analogue à celle de Vandermonde pour dé- » crire les procédés du tricot. C'est une nouvelle

» branche de la géométrie à exploiter, et qui » pourrait donner des résultats aussi importants » que curieux ; c'est la vraie géométrie de situa- » tion, non telle que Leibnitz l'avait conçue, » mais telle qu'Euler l'a envisagée dans quelques » questions. »

La seconde section traite des poulies mues par des cordes. Je parle des poulies simples, doubles, triples, etc. ; de leurs combinaisons pour former les palans, les candelettes, les caliornes et les apparaux. Je donne une idée des poulies de forme singulière, telles que les poulies de bout de vergue, les poulies coupées, etc. Je parle des des inventés dans différentes marines pour fortifier l'œil des rouets ; des rouets de fonte imaginés par M. Lair, colonel du génie maritime ; des machines à faire des poulies, introduites en France dans le siècle dernier.

J'ai cru devoir introduire dans la description des poulies une division nouvelle. J'appelle *poulies complètes* ou *parfaites* celles qui sont composées d'une caisse ou chape, de rouets et d'essieux. J'appelle *poulies imparfaites* celles auxquelles il manque un ou deux de ces trois éléments. Je fais voir quels sont les avantages et les inconvénients de ces diverses espèces de poulies.

La troisième section traite des leviers. Les plus simples sont les barres, les anspects, les leviers

de fer proprement dits; ensuite les avirons, le gouvernail, et enfin les mâts et leurs vergues.

Le système de la mâture et de la voilure qu'on y applique, exigeait de longs développements.

J'indique les principaux changements que notre mâture et notre voilure ont subis depuis le commencement du dix-huitième siècle. Mais ici je ne puis encore le faire que d'une manière générale; c'est dans la seconde partie qu'est plus naturellement placée l'exposition des perfectionnements particuliers à chaque classe de bâtiments.

Il ne suffit pas d'entendre la disposition des mâts, des vergues et des voiles; il faut connaître leur jeu, ainsi que les moyens d'assurer leur tenue. C'est à quoi l'on parvient par leurs combinaisons avec les poulies et les cordages; combinaisons qui constituent, à proprement parler, le gréement des vaisseaux.

J'ai réduit en tableaux méthodiques le gréement des mâts, des vergues et des voiles. Par leur moyen on peut saisir, d'un coup d'œil, la position et le jeu de toutes les manœuvres; et, comme celles d'un même genre sont placées à côté l'une de l'autre, on peut comparer à volonté toutes ces manœuvres qui remplissent une même fonction, ou les diverses manœuvres d'un seul et même mât, d'une seule et même vergue, d'une seule et même voile.

Il me semble que ces tableaux seront d'une grande utilité, et je l'ai pour ainsi dire éprouvé par ma propre expérience. J'avais voulu d'abord donner une description générale du gréement, en suivant le fil ordinaire de mon discours. Mais quand j'ai voulu relire cette longue description, je l'ai trouvée si sèche, si rebutante, et tellement fatigante, qu'il m'a fallu sacrifier tout ce premier travail, et chercher un autre moyen de présenter les mêmes objets. Alors il m'est venu l'idée de réduire en tableaux, le détail technique des passages et des retours, des dormants et des amarrages de toutes les manœuvres. Je n'ai conservé dans le discours que les idées, les considérations générales qui donnent l'intelligence de ces tableaux et font saisir la véritable théorie du gréement.

J'avoue que je crois cette idée heureuse, et peut-être que, trop séduit par elle, je me serai plus étendu qu'il n'eût fallu sur une partie secondaire pour moi. Mais en voyant l'inexactitude et les nombreux défauts du seul ouvrage que nous ayons sur le gréement, je n'ai pu me refuser à l'espoir d'être utile aux jeunes élèves de la marine, et peut-être de préparer une marche nouvelle pour le marin qui, quelque jour, voudra nous donner un bon traité du gréement.

La quatrième section est consacrée au plan in-

cliné ; j'indique son usage dans les cales de construction, et par suite dans le lancement des vaisseaux ; dans les plans inclinés par lesquels nous tirons sur le rivage des pontons et de petits bâtimens, dans les ports sans marée.

Un autre usage ingénieux du plan incliné, est celui qu'en a fait M. Lair, au pont flottant d'Anvers.

La cinquième section du troisième chapitre est consacrée aux cabestans, à leur emploi dans nos vaisseaux et dans les manœuvres de nos ports. Depuis quelques années on a considérablement perfectionné cette machine, en y réduisant touts les frottements durs ou de première espèce, à n'être plus que des frottements doux ou de seconde espèce.

Je parle de la vis et du coin dans les sixième et septième sections. La vis n'est guère employée que dans les machines appelées *vérins*, et pour le pointage des carronnades. L'usage du coin est immense, on peut considérer presque touts les outils de nos arts comme des coins : cet instrument même est fréquemment employé dans touts nos travaux de charpente.

A la suite des moyens qui concourent à donner au vaisseau la mobilité, se placent naturellement ceux qui tendent à le priver de mouvement. C'est ici que nous décrivons la forme des ancres

et leur structure; leur usage, ainsi que les établissements qu'elles exigent à bord des vaisseaux.

Les moyens conservateurs du repos du vaisseau nous conduisent à parler des moyens conservateurs du vaisseau même.

Les uns ont pour but de le maintenir dans sa position, son assiette naturelle, ou du moins de l'y ramener toutes les fois qu'il s'en écarte; les autres, de repousser les dangers accidentels produits par une cause quelconque.

Je fais connaître les lois de la stabilité des navires, les découvertes d'Archimède, d'Euler et de Bouguer à ce sujet, sur lequel j'indique aussi quelques-unes de mes recherches approuvées par la Classe, d'après les conclusions de MM. Sané, Poinsot et Carnot. Le lest fixe ou volant est le moyen qu'on emploie pour donner aux vaisseaux la stabilité qui leur convient le mieux; les échelles de tirant d'eau et les différentiomètres sont les instruments par lesquels on s'assure de l'assiette précise du vaisseau. Je fais connaître leur structure et leur établissement à bord.

Passant aux moyens dirigés contre les dangers de l'eau ou du feu, je décris successivement le méchanisme et l'établissement à bord des navires, de la pompe aspirante ordinaire, de celle à double piston, de la pompe à chapelet, de la pompe à incendie et du paratonnerre.

Le chapitre suivant est consacré aux machines de guerre employées sur nos vaisseaux, ce qui constitue l'artillerie de marine.

J'offre d'abord une idée assez étendue des armes de cette artillerie, de leur effet et des moyens de s'en servir. Je présente quelques idées de Texier de Norbec sur le perfectionnement de ces armes; idées exagérées peut-être, mais néanmoins très-utiles à connaître et à discuter. Tels sont, par exemple, les faits qu'il rapporte au sujet des canons de fer forgé.

Je décris les moyens d'établir les machines de guerre à bord de nos vaisseaux, ce qui constitue l'armement militaire proprement dit. Je fais connaître plusieurs installations remarquables des carronnades à bragues fixes.

Je m'occupe des moyens conservateurs ou défensifs que l'architecture navale peut présenter, 1°. pour les malades et les blessés, en leur préparant un poste de combat dans le faux pont, et mieux encore, dans la cale; 2°. pour les combattants, soit par les murailles en charpente et les filets qu'on peut tendre contre leur surface intérieure, soit par les parapets ou bastingages élevés sur le bord, les filets d'abordage et les casse-têtes, etc. Je développe les résultats d'expériences très-peu connues, faites à Brest, sur la

résistance comparée des bastingages de diverses espèces.

Enfin, pour juger de l'effet général de toutes ces dispositions, je termine par un tableau rapide, mais complet, d'un branle-bas de combat, exécuté de nuit et à l'improviste.

En considérant le vaisseau comme l'habitation, le logement des hommes et des choses, je décris d'une manière générale l'arrimage et l'installation. Ces parties sont peut-être celles où nous avons fait les progrès les plus marqués depuis un petit nombre d'années.

Bouguer présenta, le premier, le vrai principe de l'arrimage, mais sans en sentir toute l'importance, et, j'ose le dire, toute la nécessité. C'est à Bourdé de la Ville-Huet que ce pas était réservé.

Le capitaine Kersaint s'empara de ce principe et le mit en pratique de la manière la plus brillante, en installant le vaisseau le *Léopard* avec toute l'expérience d'un marin consommé, qui n'emploie ses lumières qu'à combattre les préjugés reçus et les anciennes erreurs.

Ce qu'on doit dans le même genre au général Missiessy, est assez connu pour n'avoir pas besoin de vous être détaillé. Je cite comme un modèle, son installation du vaisseau l'*Auguste*.

J'offre l'histoire de ces progrès successifs, de

ces perfectionnements ; je fais voir en quoi ils consistent.

L'installation actuelle avait, ce me semble, besoin d'être clairement développée pour les jeunes élèves des divers corps de la marine, qui tous ont besoin d'en connaître quelques parties.

J'ai cru devoir suivre dans mes descriptions un ordre qu'on n'avait pas encore invariablement observé. Non-seulement je pars toujours des parties les plus basses, en parcourant successivement les objets de la cale, du faux pont, du premier pont, du second, etc. Mais, dans chaque entre-pont, je vais toujours de l'arrière à l'avant, en décrivant régulièrement les objets à mesure qu'ils se présentent à moi dans cette direction. Je prends les mâts pour points de repère, et je vois se grouper tout le matériel qui compose l'armement d'un vaisseau, soit entre les trois mâts principaux, soit autour de ces mâts.

Cette classification, constamment uniforme, place les objets dans notre imagination, comme ils sont placés à bord des vaisseaux mêmes ; et la mémoire est soulagée en trouvant partout des points remarquables, auxquels les objets secondaires viennent se rattacher comme à leur centre.

J'ai comparé les dispositions principales de l'installation des vaisseaux français, anglais, espagnols, en me servant pour cela, d'abord d'un

Mémoire composé par l'ingénieur Tupinier, lors du séjour de l'escadre espagnole à Brest, en 1800; ensuite d'un ouvrage anglais extrêmement long, publié en 1806, sur l'architecture navale, par David Steel; enfin des observations que j'ai pu faire à bord de l'*Annibal*, de la *Proserpine*, du *Redbridge*, de l'*Alacrity*, etc., bâtiments pris à l'ennemi dans le cours de la guerre passée.

Quoique cette dernière partie de mon premier volume soit celle qui ait paru le plus satisfaire les habiles ingénieurs à l'examen desquels je l'ai soumise, elle me semble maintenant, je l'avoue, extrêmement imparfaite. Je voudrais la récrire en entier pour la disposer dans l'ordre le plus simple et le plus lumineux, présenter séparément touts les détails qui se rapportent à l'habitation, à la vie des hommes, et considérer ensuite l'installation et l'arrimage comme un grand problème d'architecture, où l'on se propose de satisfaire, à la fois, à toutes les convenances qui peuvent rendre le vaisseau flottant, stable et mobile; fort pour attaquer et se défendre; commode et sain pour y vivre. Alors ce dernier chapitre serait, en quelque sorte, le rapprochement et la conclusion de touts les autres. Mais il faut attendre que quelques moments de loisir me permettent d'entreprendre ce pénible travail.

SECOND VOLUME.

Construction des vaisseaux.

Le second volume de la première partie, ainsi que je l'ai déjà dit, est consacré à décrire la construction proprement dite. Lorsque nos arts n'étaient qu'une pure routine, les connaissances qu'ils offraient étaient toutes pratiques; ils se bornaient à l'exécution, à la construction, et les artistes ou les artisans qui dirigeaient ces travaux, étaient appelés *constructeurs*. Lorsque l'art fit des progrès, lorsqu'à des connaissances empyriques ou locales, on substitua des principes plus ou moins généraux et fondés sur des observations, des raisonnements ou des calculs, une vraie théorie prit naissance, et les constructeurs devinrent réellement des ingénieurs. Cependant on a continué de confondre, dans les écrits relatifs à l'*architecture navale*, ce qui regarde l'exécution avec ce qui regarde la conception. Nous avons eu soin, je le répète, d'éviter ce désordre, en exposant dans deux volumes séparés ce qui se rapporte à ces deux parties essentiellement distinctes.

Pour embrasser d'une manière complète, et saisir toutes les parties des constructions navales, il faut les envisager successivement sous deux points de vue différents.

D'abord il faut attribuer l'exécution de chacun des élémens d'un vaisseau à l'art le plus propre à cette exécution.

Ensuite il faut combiner ensemble les travaux de touts les arts, pour que la construction de leurs divers produits concourre à la construction immédiate du vaisseau.

Chaque partie d'un navire, de sa coque, de son gréement, etc., pour remplir avec avantage les fonctions auxquelles elle se trouve destinée, doit être d'une matière qui présente un certain degré de force, de pesanteur, de dureté, d'élasticité, de flexibilité, etc.

Il faut donc choisir, parmi touts les corps que la nature nous offre ou que l'industrie prépare, ceux qui présentent au degré le plus convenable ces diverses propriétés.

La physique apprend à connaître la valeur et l'effet de ces propriétés.

L'histoire naturelle est une vaste nomenclature de faits et de choses, qui nous indique avec ordre les caractères distinctifs auxquels on peut reconnaître les corps qui jouissent plus ou moins de ces propriétés, dans les trois règnes qu'elle soumet à son étude.

Enfin une science qui n'a pas encore de nom, parce qu'elle n'a pas été réunie en corps de doctrine, mais qui doit former plus ou moins le fond

de l'expérience de tout ingénieur, c'est l'*histoire industrielle;* je veux dire la connaissance générale et méthodique de tout ce qui caractérise les produits des arts, par lesquels l'homme ajoute aux créations de la nature.

Quelle doit être, dans un pays donné, la matière première la plus avantageuse pour former chacune des parties d'un vaisseau?

Pour résoudre *à priori* une aussi grande question, il faudrait d'abord réunir l'histoire naturelle et l'histoire industrielle des produits du pays où l'on se trouve, et des pays qui peuvent, au moyen du commerce, nous apporter leur *tribut;*

Considérer en particulier chacune des matières premières qui, par leurs propriétés, sont capables de servir à telle ou telle partie des constructions navales;

Voir les avantages et les inconvénients que l'emploi de chaque matière présente, comparativement à celles qui peuvent être consacrées au même emploi, soit relativement à son usage immédiat, soit relativement à sa durée;

Faire ensuite entrer dans la balance, la facilité plus ou moins grande d'avoir abondamment ces matières, de les avoir à des prix plus ou moins bas, de les avoir constamment ou d'époques en époques, incertaines ou irrégulières, etc. Les questions que présentent ces derniers points de

vue, se rapportent à des connaissances générales ou locales d'agriculture, d'industrie, de commerce et de politique.

Les questions que présentent les premiers points de vue, peuvent se résoudre à l'aide du tâtonnement et du temps, ou plus rapidement à l'aide des sciences physiques et mathématiques.

Qu'est-il besoin d'attendre que les années aient accumulé sur tel ou tel objet des actions insensibles à chaque instant, si nous pouvons, en peu de moments, concentrer, sommer le long travail de la nature, et voir immédiatement son résultat anticipé? Voilà ce que peuvent faire des expériences dirigées avec intelligence, économisées par l'art d'en fertiliser les conséquences et d'en généraliser les résultats.

Mais il ne suffit pas de choisir entre les objets que la nature et l'industrie peuvent déjà fournir. Il faut faire la revue de nos besoins dans tous les genres, et demander, pour nos matières premières, des produits supérieurs à ceux qu'elles ont pu nous donner jusqu'ici.

En suivant une marche à la fois si sage et si hardie, les savants et les artistes changeront, quand ils le voudront, la face de nos travaux: depuis vingt-quatre ans l'industrie française a présenté ce beau phénomène.

La guerre avait fermé nos ports, elle nous pri-

vait des matières premières indispensables alors; la patrie a réuni les efforts de ses hommes de génie, et elle s'est délivrée des tributs qu'elle payait aux arts ou au sol des autres nations. Elle a créé des matieres nouvelles pour la victoire, des aliments d'une économie inespérée pour l'indigence, et des ressources pour satisfaire à des habitudes devenues, par l'effet du temps, des besoins impérieux.

La marine seule est restée stationnaire au milieu de ces immenses progrès; la marine a semblé ne pas croire aux bienfaits de l'esprit humain, et elle s'est desséchée par sa propre incrédulité.

Pourquoi la marine française n'aurait-elle pas l'espoir de voir qu'un jour, par des essais ingénieux, savamment dirigés et poursuivis avec persévérance, elle s'affranchirait de la redevance qu'elle paie encore aux peuples étrangers? Est-il impossible, par exemple, que la France produise des bois, des chanvres aussi propres à notre mâture, à nos cordages, que les bois et les chanvres du Nord? Qui a prouvé cette impossibilité? qui oserait même la prononcer? et qui pourrait enfin ne pas désirer de la voir démentie?

J'ai réuni dans un premier chapitre tout ce qui est relatif aux approvisionnements que nécessitent les constructions navales. Au premier rang il faut, sans contredit, mettre les bois de différentes es-

pèces : leur exploitation, leur régie même, sont dirigées et surveillées par des ingénieurs maritimes. Je me suis efforcé de traiter ce sujet avec touts les développements qu'exigeait son étendue, en cherchant surtout à faire valoir les idées qu'il serait le plus utile de mettre en pratique.

Je fais connaître, 1°. l'esprit des lois vénitiennes sur le système forestier, parce que ces lois sont un modèle pour toutes les marines.

2°. Les moyens conservateurs employés pour exploiter les bois de la Grande-Bretagne : moyens que Forfait et Lescallier ont consignés dans le Mémoire qu'ils ont écrit au retour de leur voyage en Angleterre.

3°. Le flottage des bois du Rhin, dont les radeaux, que j'ai étudiés dans mon voyage en Hollande, me paraissent dignes d'admiration.

4°. L'exploitation des mâtures, telle qu'on l'a faite dans les Pyrénées, où l'on avait à vaincre des difficultés extraordinaires : c'est un des plus beaux travaux du dix-huitième siècle. Je décris aussi le flottage des bois de mâture sur le torrent qui les conduit du pied des monts jusqu'à Bayonne : les obstacles de touts les genres y sont surmontés par des moyens ingénieux qu'il importe de connaître.

5°. J'expose les usages français sur le martelage des bois de construction ; institution due à Col-

bert. J'offre une idée des difficultés d'un bon martelage, et des connaissances pratiques ou théoriques nécessaires pour en faire un qui soit tel.

6°. J'indique quelques moyens de simplifier et de perfectionner les tarifs de nos bois de construction.

7°. Je présente des détails sur les courbes en général, et particulièrement sur celles tirées du pied des arbres, comme les courbes que les villes anséatiques fournissent à la Hollande, et sur lesquelles j'avais autrefois fait un rapport au commissaire général Malouet, qui m'avait envoyé à Amsterdam pour les examiner.

8°. J'expose les vrais principes de la recette et du rebut des bois; les moyens de conserver les bois lorsqu'ils sont reçus; leur meilleure disposition dans les parcs, etc.

9°. Je donne une idée des divers matériaux utiles à la marine, que l'on peut tirer d'une grande exploitation; tels sont les gournables, les merrains, les esclapes d'avirons, etc.

10°. Je donne également une idée des qualités physiques des bois, des expériences par lesquelles on évalue leurs forces. Je rappelle les travaux de Buffon et de Duhamel dans le dix-huitième siècle, et les expériences des ingénieurs de la marine dans le dix-neuvième siècle. J'y joins aussi mes propres essais, approuvés par l'Institut de France, et pu-

bliés dans le dernier volume du Journal de l'École Polytechnique.

Après être entré dans touts les détails qu'exige l'importance de matériaux tels que les bois, je donne une idée des divers matériaux que le règne minéral, le règne végétal et le règne animal fournissent aux constructions navales, ainsi que des vrais principes d'après lesquels on devrait faire leur recette dans touts les ports.

Un chapitre extrêmement étendu, ou plutôt un livre, est consacré aux travaux de construction qui se rapportent au charpentage.

Je décris d'abord les travaux préparatoires de l'emplacement nécessaire à la construction d'un vaisseau. C'est tantôt la cavité d'un bassin ; tantôt, et le plus souvent, c'est un plan incliné qui s'appelle calle dans la partie qui porte le vaisseau, *avant-calle* dans la partie qui se prolonge dans la mer.

Je compare les avantages et les inconvénients des calles couvertes et découvertes, en montrant, à cet égard, un grand exemple offert par l'arsenal de Venise.

Au moyen des pilotis, les calles des plus grands vaisseaux peuvent être construites sur le sol le moins stable. Je cite pour exemple les beaux chantiers d'Anvers, que des malheurs inouïs ont rendu la proie de l'étranger, et qu'il a dévastés!

Enfin, je décris le travail et le placement des supports ou tins sur lesquels doit reposer le navire.

Je fais connaître par quels moyens on dessine, on exécute les grands modèles ou gabarits des pièces principales du vaisseau. La forme et la combinaison des gabarits anglais et français diffèrent essentiellement entre elles, je me propose de montrer en quoi consiste cette différence, et ce qu'il y a de mieux dans les deux méthodes.

Je traite ensuite du travail de la charpente des vaisseaux en général; je fais connaître les caractères principaux de ce travail, le genre de talent que doivent avoir les ouvriers qui les exécutent, les moyens de répartir le mieux possible ces ouvriers dans les grandes constructions.

La première chose que les charpentiers aient à faire, c'est de choisir, à l'aide des gabarits, les bois bruts desquels ils doivent tirer les pièces composantes du vaisseau. J'insiste sur l'importance des principes qui doivent diriger un tel choix, et le rendre économique.

Je décris ensuite les principes généraux du charpentage des pièces, soit droites, soit courbes; leur lignage ou tracé par le moyen de la règle, du cordeau, du fil-à-plomb, du compas et des équerres. Je décris la structure et l'usage de la hache, de l'herminette, du ciseau, des scies, instruments employés dans le travail des pièces.

Je montre l'avantage qu'il y a toujours à substituer le travail de la scie à celui de la hache. Cela me conduit à parler des fosses et des moulins à scie, dont je cherche à faire voir les grands avantages. Je cite, à ce sujet, les beaux moulins construits dans l'arsenal de Rochefort par M. Hubert, ingénieur de la marine.

Ces premières bases établies, je passe au travail particulier des divers systèmes de pièces dont se compose la charpente d'un vaisseau. Ces pièces, exécutées isolément, sont d'abord assemblées par groupes assez peu compliqués pour être facilement maniables; puis ces groupes sont réunis pour former la membrure et comme le squelette du vaisseau.

Pour mettre en place chacune de ces pièces ou de ces groupes, il faut recourir à des opérations méchaniques dont je donne la description; il faut soutenir ce premier système de charpente par des liaisons factices, des étais ou *accores*, et des tringles pliantes appelées *lisses*. Je montre le parti très-heureux qu'on a tiré de ces liaisons accessoires, pour donner aux navires la forme rigoureuse que les plans de l'ingénieur déterminent.

Je développe les procédés d'une géométrie aussi ingénieuse que simple, par lesquels les charpentiers vérifient la position de toutes les pièces

qu'ils ont assemblées en groupes, et réunies en système général.

Il serait fastidieux de suivre pas à pas la construction d'un vaisseau dans les moindres détails; ce que j'en ai dit jusqu'ici suffit pour montrer la marche que j'ai cru devoir adopter. Je me suis en général conformé, pour la classification des matières, à l'ordre des travaux d'exécution, sans pourtant m'y astreindre rigoureusement.

J'ai recueilli les pratiques de l'art les plus simples, les plus sûres, les plus rapides; et celles qui, moins avantageuses, se rattachent cependant à l'histoire des progrès de notre industrie. J'ai décrit la plupart des opérations importantes, au moment où le cours des travaux d'un grand arsenal m'en offrait un nouvel exemple. Presque partout j'ai composé mon tableau, la nature devant les yeux, et ce sera ma faute si mes portraits sont infidèles. J'ai souvent relu mon manuscrit en parcourant nos plus beaux vaisseaux, pour vérifier ce que j'avais écrit, afin de ne rien avancer de hasardé, de ne rien citer d'inexact. Enfin plusieurs officiers distingués, du génie et de la marine (1) se sont empressés de me communiquer

---

MM. Lefebvre, lieutenant colonel, et Marestier, capitaine du génie maritime; Willaumez, capitaine de vaisseau, et Montgery, lieutenant de vaisseau.

leurs papiers et leurs plans, de revoir mon manuscrit pour m'en montrer les erreurs et les défauts. Ce que je dis ici ne doit pas seulement s'entendre du charpentage, mais de toutes les parties de mon ouvrage.

En traitant du charpentage, je n'ai parlé du perçage que d'une manière générale et, pour ainsi dire, indirecte. Un chapitre est spécialement réservé à la description du chevillage, du gournablage et du clouage des vaisseaux, ainsi qu'aux pratiques de l'art du perceur. Dans nos ports, ces ouvriers exécutent touts leurs travaux sans le secours d'aucune machine. Il existe cependant des moyens à l'aide desquels on peut facilement enfoncer et même retirer des chevilles enfoncées déjà, et que la rouille fait adhérer au bois avec une force extraordinaire. On doit aux Anglais Richard Phillips, Williams Hill et Williams Bolton, trois machines de ce genre, fort ingénieuses, surtout celle de Bolton, que la Société d'encouragement de Londres a cru devoir récompenser par une médaille d'or : je décris ces machines.

Le calfatage, cet art de rendre les navires imperméables, le calfatage et le charpentage sont deux arts qui n'ont pas la moindre analogie, et qui pourtant sont intimement liés dans la construction des vaisseaux. Aussi, dans beaucoup de

ports, ces deux professions sont-elles exercées par les mêmes ouvriers, et ce serait un grand avantage pour notre marine qu'il en fût ainsi sur toute nos côtes. Je décris les travaux du calfat à bord du bâtiment que le charpentier vient de construire; j'entre dans des détails étendus sur les matières premières nécessaires au calfat. Je montre ce qui caractérise le brai gras, le brai sec et le goudron; je donne une idée de leur fabrication; je présente les mêmes détails sur l'extraction du brai et du goudron minéral, je parle aussi des heureuses tentatives qu'on a faites pour retirer du chêne ces mêmes matières, par le moyen de la distillation. Les premiers détails étaient d'autant plus nécessaires, qu'on ne trouve à cet égard, dans l'Encyclopédie, le dictionnaire de Lescallier et quelques autres ouvrages, que des notions extrêmement incomplètes, même inexactes.

Les vaisseaux construits et calfatés, il faut les mettre à la mer. Je décris d'abord les travaux de leur lancement, suivant la méthode française. J'offre le tableau d'un lancement, exécuté par des ouvriers militaires avec l'ordre, le silence et la rapidité qui devraient toujours régner dans une opération de ce genre. Je décris le berceau simple et hardi qu'emploient les Anglais pour lancer leurs vaisseaux.

Je parle ensuite du contre-arc que prennent

les vaisseaux, lorsqu'ils commencent à plonger dans la mer, et de l'arc qu'ils prennent lorsqu'ils y flottent tout-à-fait. Je donne une idée des déformations que les diverses parties du navire éprouvent alors, et des moyens proposés par Bouguer et Chapman, pour s'opposer à l'arc de leurs vaisseaux.

Lorsque le bâtiment est à la mer, il faut songer à doubler sa carène. Je donne la description du doublage en bois encore usité dans le commerce ; du mailletage usité par les Compagnies des Indes, Hollandaise et Française. Je fais connaître la composition du galgalle, cet enduit si précieux, trouvé par les Indiens, pour recouvrir la carène de leurs vaisseaux, et lui servir à la fois de carénage et de doublage.

J'entre surtout dans des détails étendus sur le doublage en cuivre dont j'indique les perfectionnements successifs. J'expose les procédés ingénieux des Hollandais, apportés en France par M. Rolland, inspecteur-adjoint du génie maritime, pour ôter toute communication entre le cuivre du doublage et les chevilles, ainsi que les clous du bordage : ce qui permettant de clouer et de cheviller en fer, comme on le faisait autrefois, pourrait apporter une grande économie dans nos travaux, tout en rendant plus fortes les liaisons opérées par le chevillage.

L'abattage en carène et le carénage est une opération si importante et si délicate, que j'ai cru devoir en faire un article à part et unique, quoique les arts du charpentage, du perçage et du calfatage en revendiquent les principaux détails. Je présente quelques considérations sur l'arc vertical que le vaisseau perd en partie et sur l'arc horizontal qu'il acquiert, lorsqu'on l'abat sur le côté.

Un chapitre particulier est réservé pour les travaux que nous exécutons dans les bassins. Je donne d'abord une idée de la construction de ces bassins, de leur fermeture par le moyen d'une écluse ou d'un bateau-porte. Tous les bateaux de ce genre ont été construits sur des plans fort imparfaits. L'ingénieur Lefebvre a trouvé le moyen d'en exécuter un qui, sans être plus dispendieux que les autres, est exempt de tous leurs inconvénients.

J'attendrai pour décrire l'usage et la construction des chameaux, que l'ingénieur Tupinier ait publié l'écrit dans lequel il doit réunir ce que les travaux de ce genre qu'il a faits à Venise, et les mémoires antérieurs de l'ingénieur Boucher, offrent de plus intéressant pour le progrès de l'art.

Afin de compléter le tableau des travaux exécutés par des charpentiers, il faut ajouter à ce

volume la description des travaux de la mâture et de la poulierie.

J'avoue que je serais tenté de décrire aussi les opérations par lesquelles on exécute un gréement et sa mise en place, opérations qu'on pourrait appeler *gréage*, pour les distinguer de la structure et de la disposition même des manœuvres, ce qui constitue le gréement. Après avoir décrit la construction des mâts, je décrirais l'opération du mâtage ; ensuite le travail du gréage. Je serais d'autant plus porté à traiter cette partie, qu'elle n'est encore exposée dans aucun ouvrage ; le traité même du gréement de Lescalier ne dit rien ou presque rien des opérations par lesquelles l'on prépare et l'on met en place les diverses parties du gréement.

Enfin, je voudrais aussi joindre à ce volume un chapitre sur les radoubs, dans lequel je supposerais que le vaisseau reçût les avaries les plus difficilement réparables et les plus urgentes, soit dans un port, soit à la mer, dans une tempête ou dans un combat. Je décrirais les moyens les plus simples, les plus rapides et les plus économiques d'exécuter ces travaux, aussi-bien que les circonstances dans lesquelles on se placerait le permettraient et le comporteraient. L'ouvrage deviendrait plus volumineux, il est vrai, par ces additions ; mais il sera bien plus utile aux marins

et même aux ingénieurs qui, dans les missions lointaines, ont souvent à diriger le gréement en même temps que la construction, et qui sont chargés de réparer les avaries majeures des escadres sur lesquelles ils sont embarqués.

VUES GÉNÉRALES.

Après avoir fait connaître l'enchaînement des objets traités dans la partie dont j'ai l'honneur de vous entretenir, je vais développer les vues et les principes qui m'ont guidé dans la description de ces mêmes objets.

La structure des vaisseaux et leur construction peuvent être décrites de deux manières essentiellement différentes. La plus brillante sans doute serait d'emprunter le langage d'une géométrie perfectionnée, et tellement propre à peindre tous les objets dont les formes ont quelques rapports mathématiques, qu'elle en a reçu le nom de *Géométrie descriptive*.

Mais le langage de cette géométrie n'est encore familier qu'à bien peu de personnes, et j'aspirais surtout à faire un ouvrage dont l'utilité pût être générale. J'ai donc mieux aimé suivre une marche moins savante, mais plus communément intelligible.

Il me semble qu'il est une géométrie natu-

relle dont nous possédons touts les premiers éléments, et dont nous pouvons suivre les faciles combinaisons. Nous connaissons touts des cercles, des quarrés, des triangles; nous avons touts l'idée du plus petit et du plus grand, de l'égal, du double, du triple, etc. Ces notions élémentaires, ajoutées les unes aux autres par des combinaisons plus ou moins multipliées, peuvent conduire jusqu'aux vérités les plus relevées, sans calculs, sans figures, sans appareil de science. On peut monter aux points les plus hauts par une pente un peu prolongée, il est vrai, mais douce et presque insensible : voilà la route que j'ai cru devoir suivre.

Les descriptions qu'on lira dans le cours de mon ouvrage, ne supposent donc que les notions mathématiques les plus bornées; mais afin de faire connaître ce que les travaux des savants nous ont appris de plus intéressant sur les sujets que j'ai traités, j'ai toujours eu soin de développer ces résultats remarquables, dans des notes surabondantes.

Comme il est impossible d'expliquer le dessin et le tracé des plans de vaisseaux, sans parler le langage de la géométrie, j'ai rejeté cette explication dans un chapitre isolé qui terminera le volume, et qu'on pourra se dispenser de lire, sans cesser d'entendre tout ce qui sera dit dans

les autres volumes. Passons à de nouvelles considérations.

Je n'ai pas voulu présenter uniquement le tableau de ce qu'on fait aujourd'hui dans la marine ; j'ai cru devoir anticiper sur l'avenir et remonter dans le passé. D'une part, en suivant, dans les choses déjà faites, l'histoire de leurs progrès les plus intéressants ; de l'autre, en cherchant à prévoir ce que pourraient produire les perfectionnements proposés déjà, ou que du moins il est possible de proposer. J'ai toujours soin de citer les auteurs auxquels je fais ces utiles emprunts.

Sans doute l'histoire des arts est moins l'histoire des hommes auxquels sont dus leurs progrès, que l'histoire de ces progrès eux-mêmes. Cependant le sentiment d'une juste reconnaissance nous fait rechercher et trouver avec plaisir le nom des inventeurs de toutes les choses vraiment utiles. Il faut donc, en parlant du perfectionnement des arts, s'attacher principalement au développement de leur industrie, et néanmoins ne jamais négliger de rendre hommage aux auteurs de ce que nous admirons. Tel est le principe qui m'a guidé dans tous les détails historiques où j'ai cru devoir entrer.

En présentant les perfectionnements principaux qui ont amené l'architecture navale, de l'enfance où elle était dans les siècles barbares, jus-

qu'à l'état où nous la voyons maintenant, je cherche surtout à saisir l'esprit de ces perfectionnements, pour voir si, à l'aide du fil déjà suivi, nous ne pourrions pas aller plus loin encore dans nos améliorations. Mais à quelle époque convenait-il de remonter pour offrir ces développements historiques?

Vous savez que non-seulement les principes de l'architecture navale des anciens nous sont complétement inconnus, et qu'on est réduit à d'insignifiantes conjectures sur les faits les plus importants qui se rapportent aux constructions de ces temps reculés; mais que nous n'avons même que des notions extrêmement imparfaites sur tout ce qui regarde les constructions du moyen âge.

Ce n'est guère que depuis le commencement du siècle passé qu'on a décrit les pratiques des arts avec quelque exactitude, et préparé de la sorte des matériaux pour leur histoire. C'est donc à cette époque qu'il faut s'arrêter, si l'on veut présenter des connaissances certaines et précises, au lieu d'errer dans le vague des conjectures et des systèmes imaginaires.

Comment fait-on maintenant, et comment a-t-on fait depuis un siècle et demi? Voilà ce que je me suis proposé de développer pour toutes les parties de l'architecture navale.

Dans l'espoir de hâter les progrès qui sont réservés à l'avenir, j'ai mis plus de soin encore à décrire les choses utiles qu'on a proposées et qui n'ont été ni adoptées ni exécutées, que les choses utiles qu'on a faites. Si j'oublie de parler d'une chose connue, qui se fait, et qui se fait bien, c'est un très-petit mal, et je ne nuis qu'à moi seul, en montrant mon inadvertance. Mais si j'oublie de présenter une seule bonne chose qui soit encore à faire, si je néglige de la défendre par touts les raisonnements qui militent en sa faveur, il me semble qu'alors je fais tort à mon pays et à la vérité : je manque à mon ministère, je suis un historien injuste ou pusillanime.

J'ai parfois offert quelques-unes de mes vues sur divers sujets; mais il ne faut considérer les améliorations que je propose que comme des innovations sur lesquelles je veux attirer l'attention, le doute et l'examen. Autant je mets d'ardeur à soutenir les utiles perfectionnements proposés par d'autres que par moi, autant j'éprouve le besoin de mettre de réserve en me rendant l'apologiste de mes idées. Je ne suis donc l'auteur d'aucun système. Je n'ai point à vanter de découverte qui me soit propre; et rien ne peut m'empêcher d'être juste, si ce n'est les erreurs qui me séduiraient moi-même.

Mais je dois réclamer votre indulgence pour

les passages où je m'efforce d'appuyer avec tout ce que la raison et l'expérience nous offrent de moyens, les vues, les recherches, les inventions utiles qui me sont étrangères, et que je voudrais voir suivies, tentées, usitées. Ne croyons jamais à notre perfection, doutons-en du moins. Cela ne pourrait nous nuire, quand même nous douterions à tort. Mais cela peut beaucoup nous servir si, comme touts les sages le pensent, il n'y a de bornes à nos perfectionnements que les limites de notre esprit et de notre persévérance.

Je me hâte de terminer une analyse dont la longueur me fait peut-être abuser de votre indulgence, mais qui me semble trop courte encore pour contenir toutes les pensées et touts les doutes que j'aurais voulu soumettre à votre examen.

Il me resterait à parler des planches qui doivent accompagner mon ouvrage (1); elles forment, pour ainsi dire, un second ouvrage intimement lié au premier par l'uniformité du plan et l'identité des développements. Mais j'ai tâché de faire en sorte que le texte fût partout intelligible sans le secours des planches, et que les planches, sans le texte, présentassent un traité complet d'architecture navale graphique.

---

(1) Ce sera l'objet d'une autre analyse.

MÉMOIRE DESCRIPTIF

De plusieurs machines à l'usage de la marine, construites à Rochefort, d'après les projets de M. HUBERT, *officier du génie maritime; par M. Ch.* DUPIN, *etc.*

Rapport sur ce Mémoire, fait à la Classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut;

par M. DE PRONY.

LA Classe a chargé M. Sané, M. Molard et moi, de l'examen d'un Mémoire de M. Dupin, son correspondant, contenant la description de plusieurs machines exécutées à Rochefort, d'après les projets de M. Hubert, officier du génie maritime. Celles de ces machines sur lesquelles l'auteur du Mémoire désire principalement fixer l'attention de la Classe, sont au nombre de sept, dont nous allons donner les descriptions sommaires.

§ I.

Dynanomètre pour éprouver la force des cordages et des toiles à voiles.

Les cordages et les toiles employés dans le

gréement et la voilure des vaisseaux doivent avoir une force considérable pour résister aux actions combinées de la mer et des vents; et cependant il est important de mettre dans leur construction toute l'économie qui peut être compatible avec la solidité, et par conséquent de connaître les efforts que les différentes matières dont ils sont formés et leurs différents modes de construction les rendent capables de supporter. C'est dans cette vue que le ministre de la marine, après l'examen des différents dynanomètres employés dans les arsenaux, et sur le rapport de notre confrère M. Sané, inspecteur général de la marine, a adopté, de préférence à touts autres, le méchanisme présenté par M. Hubert (1).

Le cordage en expérience, mis dans une position verticale, est accroché par son point supérieur à la petite branche d'une romaine horizontale. A mesure que ce cordage est tendu, par les moyens dont nous allons parler, le poids curseur de la romaine est éloigné du point de suspension par un mouvement de va et vient, fort simple, qu'un homme met en jeu en tour-

(1) Chaque arsenal de la marine possède maintenant un des dynanomètres exécutés à Rochefort par M. Hubert, sur le même modèle.

nant l'arbre d'un petit treuil, de manière que la grande branche de la romaine demeure toujours horizontale. On a ainsi les efforts supportés par le cordage en expérience, non-seulement lorsqu'il se casse, mais dans touts les instants qui précèdent celui de la rupture.

Ce cordage est attaché, à son extrémité inférieure, à un autre cordage d'une plus grande force que la sienne, lequel, après avoir passé sur une poulie fixe, va s'enrouler sur une hélice conique dont l'axe est horizontal, et dont la base est dentée sur toute sa circonférence. Cette denture est menée par une vis sans fin, placée à l'extrémité d'un axe horizontal dont l'autre extrémité porte une roue verticale ayant sa circonférence garnie de barres perpendiculaires à son plan, et auxquelles s'adaptent les mains des hommes employés à éprouver le cordage.

Les principaux motifs qui ont déterminé le ministre à adopter cette machine, de préférence à celle qu'on employait anciennement, sont sa précision, sa simplicité, et le peu d'effort qu'elle exige sur les barres de la manivelle, relativement au degré de tension du cordage en expérience.

file de trous hémisphériques destinés à contenir les boulets, qui doivent s'emboîter très-exactement dans ces trous, de manière à ne prendre aucun mouvement dans les plus violentes oscillations du vaisseau.

La principale particularité de la machine construite par M. Hubert, pour creuser ces trous hémisphériques, consiste dans la forme de la tarrière. Il avait d'abord donné à cet outil la forme d'un demi-grand cercle de la demi-sphère, dont les moitiés, formant le quart du cercle total, étaient aiguisées en sens contraires, de manière à tailler en même temps, lorsqu'on tournait la tarrière dans le sens convenable ; mais, pour diminuer considérablement le travail du creusement, il a construit une tarrière ayant la forme d'un demi-cylindre, dont le diamètre est égal au rayon de l'hémisphère à creuser, et dont le tranchant est aiguisé de manière à engendrer cet hémisphère, lorsque le demi-cylindre tourne autour d'une de ses arêtes. L'avantage principal de cette dernière disposition consiste en ce que les différentes parties de l'arête qui taille, forment des angles différents avec la direction du fil du bois, au lieu que, dans la première disposition, les directions des mouvements de touts les points de l'arête du tranchant, c'est-à-dire, les perpendiculaires au plan qui renferme cette arête,

sont toujours parallèles entre elles, et font par conséquent, à un instant déterminé quelconque, les mêmes angles avec le fil du bois.

M. Dupin assure, dans son mémoire, que la tarrière perfectionnée économise la moitié de la force motrice.

§ IV.

Machine à percer dans le bois des trous cylindriques.

Le percement des trous cylindriques qui, au premier aperçu, semble plus aisé que celui des trous hémisphériques, est cependant réellement plus difficile, ou au moins plus embarrassant. La tarrière employée pour la première espèce de trous, occupant une grande partie de l'espace dans lequel elle agit, les copeaux qu'elle forme s'accumulent dans la partie cylindrique déjà creusée, augmentent de plus en plus le frottement de l'outil, et finiraient par rendre la rotation extrêment pénible, si on ne retirait de temps en temps et cet outil et les copeaux qu'il vient d'enlever.

La machine à forer de M. Hubert a pour objet principal de faciliter cette manœuvre, sans arrêter la rotation de la machine. La tarrière est fixée à l'extrémité d'un cylindre de fer mis dans

une situation horizontale, et tournant dans des colliers de cuivre. A ce cylindre est adaptée une poulie sur laquelle s'enroule une corde sans fin, au moyen de laquelle on produit le mouvement de rotation.

Tout cet équipage est sur un bâtis de charpente mobile, porté par deux roulettes à axes fixes, sur lesquelles il peut se mouvoir parallèlement à l'axe de la tarrière. La pièce inférieure de ce bâtis, celle qui porte immédiatement sur les roulettes, a son point d'arrière attaché au bas d'un aviron, ou d'une perche verticale, fixée par son point supérieur, laquelle, lorsque le système mobile qui porte la tarrière est poussée en avant, fait la fonction d'un ressort qui tend à le ramener en arrière : une corde attachée à un point fixe, près de la roulette inférieure, traverse la pièce posée sur cette roulette et qui sert de base au système mobile, vient ensuite passer sur une poulie placée vis-à-vis de son extrémité fixe, et enfin a son autre extrémité attachée à la ceinture d'un homme employé à la manœuvre de la machine. Il résulte de ces dispositions que, lorsque l'homme dont nous venons de parler se porte en arrrière, il tend la corde, fait avancer l'outil sur la pièce qu'on veut percer, et fléchit la perche élastique ; et que, lorsqu'il se porte en avant, l'élasticité de la perche, dont l'effet n'est plus contrarié par la ten-

sion de la corde, fait reculer tout l'équipage qui porte la tarrière, laquelle sort de son trou, d'où tous les copeaux qui existent se trouvent expulsés.

Touts ces mouvements sont absolument indépendants de l'agent employé à faire tourner la tarrière, dont le mouvement de rotation s'opère sans discontinuité, et toujours dans le même sens.

§ V.

Machine à creuser les trous pour incruster les dez des rouets des poulies.

Les poulies s'useraient très-promptement si les essieux qui les traversent frottaient immédiatement contre le bois dont les rouets sont composés; et, pour prévenir cet inconvénient, on est dans l'usage de garnir d'un dez métallique chaque côté de l'œil ou trou cylindrique qui traverse ces rouets.

Les dez dont nous parlons sont des plaques de cuivre, percées dans leur milieu d'un trou circulaire pour le passage de l'essieu; mais dont le périmètre extérieur ne doit pas être un cercle concentrique à ce trou, afin d'éviter qu'avec l'usage le rouet ne tourne indépendamment du dez. Il faut de plus que ce dez soit encastré dans le rouet

avec une telle précision qu'on n'ait jamais à craindre le moindre jeu entre l'un et l'autre.

On remplissait ordinairement ces conditions, soit en garnissant le contour extérieur du dez de tenons saillans sur son périmètre, soit en faisant ce périmètre triangulaire ou quarré, et arrondissant les angles ; mais le travail était long, et la précision du travail difficile à obtenir.

M. Hubert obtient la facilité du travail et la précision de la forme, en donnant à son dez la figure d'un grand cercle sur la circonférence duquel s'élèvent trois lunules ou portions de petits cercles, ayant leurs centres aux sommets d'un triangle équilatéral inscrit au grand cercle. Il peut aussi employer, pour creuser les trous d'encastrement dans le rouet, la machine à forer les trous cylindriques, dont nous avons parlé à l'article précédent, en se servant de tarrières dont les mèches aient la forme convenable.

§ VI.

Machine à mortaiser les caisses des poulies.

Une des parties difficiles du travail de la fabrication d'une poulie est le creusement de la mortaise à pratiquer dans la caisse ou chappe destinée à contenir le rouet. La machine que M. Hubert a fait construire, pour exécuter ce travail, est une

de celles qui, pour être bien conçues, exigent particulièrement qu'on ait les dessins ou un modèle sous les yeux. Nous dirons, en peu de mots, que les ciseaux, d'une forme particulière et nouvelle, destinés à creuser ces mortaises, sont mis dans une situation verticale, suspendus à un levier horizontal, et maintenus de manière à se mouvoir verticalement. Le point d'attache de ces ciseaux est placé entre l'axe de rotation du levier et son autre extrémité, à laquelle se trouve suspendue une tige de fer verticale, terminée à sa partie inférieure par deux crémaillères parallèles réunies à leurs extrémités par des portions de cercles dentées; cette pièce d'engrenage est menée par un pignon fixe qui produit un mouvement vertical de va et vient. Le moyen d'assurer l'alternation et la fixité de cet engrenage nous a paru nouveau.

Le ciseau ayant ainsi un mouvement périodique de montée et de descente, il ne s'agit plus que de lui présenter les parties successives du bois qu'il doit enlever pour former la mortaise, et c'est encore le levier qui produit cet effet, par le moyen d'une tige de fer, au bas de laquelle se trouve un encliquetage à rochet qui fait tourner une vis, dont la rotation détermine le mouvement progressif d'une espèce de chariot auquel la pièce de bois à mortaiser est attachée. Ainsi,

lorsque cette pièce de bois a été préalablement équarrie, percée d'un trou dont le diamètre est égal à la largeur de la mortaise et mise solidement en place sur son chariot, il ne reste, pour achever le travail, qu'à tourner la roue du va et vient.

§ VII.

Moulin à draguer.

Les eaux de la Charente tiennent continuellement dans leur cours de la vase en suspension, qui se dépose partout où la vitesse de ses eaux est ralentie. C'est le cas où se trouvent à Rochefort les avant-calles des vaisseaux, qu'on est obligé de laver chaque jour, à marée basse, et quelques canaux communiquant avec le fleuve, qui exigent des curages fréquents.

Mais l'inconvénient de l'envasement se fait surtout sentir à l'avant-bassin, dans lequel les formes de construction ont leur entrée. La Charente y dépose, à chaque marée, une couche d'environ 7 millimètres d'épaisseur; et, en peu de temps, ces couches accumulées s'élèvent à une hauteur telle que les portes des formes en sont complétement obstruées. On employait autrefois des bœufs pour traîner une drague destinée au curage de ces vases, et ce travail était extrêmement long et

dispendieux. M. Dupin dit que sa durée était de plusieurs mois, et évalue sa dépense de 20 à 25 mille francs. On n'ouvrait les portes que tous les trois ans, et on se privait ainsi de l'usage journalier d'un établissement très-important pour les opérations de la marine militaire.

M. Hubert a fait construire un moulin à draguer qui remédie à tous ces inconvéniens ; le prix d'un seul curage, tel qu'on l'exécutait autrefois a suffi pour payer les frais de la machine ; et le modique salaire de deux condamnés, chargés de la surveillance du moulin, remplace la dépense que faisaient autrefois 56 bœufs et leurs conducteurs. Voici une idée sommaire du méchanisme.

Sur un gros cylindre horizontal sont enroulés, en sens contraires, des cordages qui, par des poulies de renvoi convenablement placées, tirent la drague en deux sens directement opposés. Quand un cordage agit, l'autre cède ; et la drague peut ainsi traîner la vase depuis les portes du bassin jusque dans le courant du fleuve, et rétrograder pour recommencer une nouvelle course. Ce va et vient de la drague est déterminé ainsi qu'il suit : Le moteur de tout le système est le vent, appliqué à un moulin semblable aux moulins hollandais, quant à sa forme et à sa manière de transmettre le mouvement de l'axe,

des ailes à un arbre vertical. Le bas de cet arbre porte une lanterne, destinée à mener successivement deux roues dentées, établies autour du gros cylindre horizontal et à une distance l'une de l'autre plus grande que le diamètre de la lanterne ; au moyen de quoi, lorsque cette lanterne engraine dans la roue à droite, elle ne touche pas la roue à gauche, et réciproquement ; mais elle fait tourner le cylindre dans un sens ou dans le sens opposé, suivant qu'elle engraine l'une ou l'autre des deux roues dentées, et détermine par conséquent les marches contraires de la drague.

Pour opérer cette alternation d'engrenage, M. Hubert a fait supporter l'arbre de son moulin par une traverse horizontale mobile. Un balancier, mû à main d'homme, peut agir sur cette traverse, tantôt à droite, tantôt à gauche, et fournit aussi le moyen de changer l'engrenage à volonté.

Une circonstance heureuse facilite ce mouvement alternatif, et amortit le choc que la lanterne tend à exercer contre la roue dentée qu'elle va rencontrer. Le cordage qui tirait la drague, dans l'engrenage prêt à cesser, étant extrêmement tendu, aussitôt que la lanterne n'agit plus pour le faire tirer, se détend et donne au cylindre un mouvement rétrograde, qui est précisément celui que le changement d'engrenage doit lui com-

muniquer; les dents de la seconde roue se trouvent donc animées du même mouvement que la lanterne, et leur emboîtage réciproque est extrêmement facilité.

Il faut voir sur les plans les moyens imaginés pour faire enrouler et dérouler uniformément les deux cordages qui déterminent le va et vient de la drague, pour faire dévier latéralement cette drague, afin qu'elle creuse successivement des sillons parallèles sur toute l'étendue de la surface à curer, etc. La forme de cette drague est aussi digne d'attention : les dessins en sont sous les yeux de la classe.

§ VIII.

Machines diverses mues par le moulin à draguer.

Le curage de l'avant-bassin des formes n'est pas la seule fonction du moulin à draguer qui en remplit d'autres encore, d'autant plus importantes qu'elles se rapportent à des objets de fabrication dont on a un besoin continuel dans les ports de marine militaire. C'est pour ces objets de fabrication que M. Hubert a adapté à son moulin d'autres machines qui emploient très-utilement la force du vent, pendant les intermittences du dragage.

La première de ces machines, placée au rez-

de-chaussée, est un laminoir d'une parfaite exécution, et dont la composition, quoique ne présentant pas d'idées absolument nouvelles, n'en offre pas moins plusieurs détails ingénieux. Un accident qui a un jour arrêté la rotation des cylindres, a donné lieu à une observation curieuse sur la force du moteur et sur la solidité de la machine. Un manchon de fer, gros comme la cuisse, servant à communiquer le mouvement au laminoir, s'est tordu d'un quart de circonférence, sur la longueur d'environ un mètre, et se serait infailliblement brisé, si l'action qui le tordait ainsi se fut continuée.

Un second méchanisme, établi au troisième étage du moulin, fait mouvoir des meules à broyer les couleurs dont on se sert pour peindre l'extérieur et l'intérieur des vaisseaux. Quatre jeux de meules, accouplées deux à deux, sont ainsi mis en mouvement; l'inférieure de chaque couple est fixe, et la supérieure tourne autour d'un axe vertical.

Enfin, M. Hubert a réuni aux machines précédentes un tour à tourner les essieux des poulies, placé au deuxième étage du moulin, et qui se meut aussi par la force du vent.

Cet habile ingénieur est l'inventeur ou le constructeur de plusieurs autres machines dont nous nous dispenserons de parler, et parmi lesquelles

on distingue la machine à tailler les vis et celle qu'on emploie pour changer les chiffres et les emblèmes des vitrages des vaisseaux. Il fait exécuter en ce moment à Rochefort un moulin à scies qui aura la propriété de diviser les bois non seulement en parties planes, mais suivant des surfaces développables quelconques.

§ IX.

Observations et conclusions.

La classe remarquera sans doute avec satisfaction que M. Hubert, à qui on doit les machines dont nous venons de donner une notice sommaire, et M. Dupin, l'un de ses correspondants, et qui lui a fait connaître ces machines, et qui lui-même est auteur de plusieurs ouvrages qu'elle a couronnés de son suffrage, sont deux anciens élèves de l'école polytechnique. Il est maintenant peu de branches soit des hautes sciences, soit des arts utiles aux services publics et à la société en général, qui ne doivent aux hommes sortis de cet établissement célèbre, ou quelque découverte ou quelque amélioration. Le mémoire de M. Dupin, dont il n'a lu qu'un extrait à la classe, prouve, par la clarté des descriptions et des détails instructifs qu'il y a joints, combien ce jeune savant sait tirer parti de ses voyages.

Quant aux machines de M. Hubert, leur utilité ne saurait être révoquée en doute, puisqu'elles sont toutes exécutées, employées à des travaux d'une grande importance, et que leur succès est parfaitement constaté par l'expérience. Les seuls objets de discussion auxquels elles peuvent donner lieu sont donc relatifs soit à la nouveauté des méchanismes, soit aux améliorations dont quelques-uns d'entre eux pourraient être susceptibles. Nous ferons, à cet égard, les observations suivantes :

1°. Dans la machine à éprouver la force des câbles, le moyen d'évaluer l'effort qui a lieu, à chaque instant de la durée de l'expérience, nous paraît neuf; mais nous désirerions que la machine pût, en même temps, mesurer avec exactitude les allongements correspondants du câble.

2°. Nous sommes convaincus que M. Hubert a tiré de son propre fonds l'idée ingénieuse de son compteur; mais le célèbre M. Reichembach, de Munich, a employé, depuis plusieurs années un méchanisme semblable dans les salines de Bavière.

3°. Il nous semble que dans la machine à percer les parcs à boulets, on pourrait supprimer la vis, en complétant la mèche par une pièce en métal qui ne ferait que glisser, et qui serait en arrière de toute l'épaisseur du manchon qu'on

veut enlever. Cette pièce rapprocherait la forme de l'outil de celle du foret pour les métaux, qui rend l'épaisseur du copeau indépendante de la pression. Au reste, cette machine n'en est pas moins très-ingénieuse et remarquable, par des détails nouveaux. La forme donnée au tranchant de la tarrière offre une nouvelle preuve de l'utilité que les arts peuvent tirer de la géométrie descriptive.

4°. Le porte-foret de la machine à percer des trous cylindriques dans le bois a quelque rapport avec celui que M. Leturc a adapté, il y a environ 30 ans, à la poulierie établie à Brest; mais le méchanisme de M. Hubert mérite la préférence, pour la simplicité et la solidité.

5°. L'application du méchanisme précédent à l'incrustement des dez des poulies nous paraît également heureuse et nouvelle.

6°. M. Brunel, méchanicien français, établi en Angleterre, a employé, à l'amirauté de Londres (1), une machine fort ingénieuse pour mortaiser les caisses des poulies, dont la description et la gravure se trouvent dans l'encyclopédie de Rees; ce moyen est différent de celui que M. Hubert a imaginé, et il serait à désirer qu'on

(1) C'est dans l'arsenal de Portsmouth qu'est établie la poulierie de M. Brunel.

eût quelques expériences propres à faire connaître les mérites respectifs des deux méchanismes.

On a employé, depuis long-temps des va et vient qui ont plus ou moins d'analogie avec celui que cet ingénieur a adapté au levier de la machine dont nous parlons, parmi lesquels on peut citer celui de l'anglo-américain White, décrit dans un rapport sur la machine de Marly, rédigé par deux d'entre nous ; mais le pignon mobile dans le méchanisme de White, est fixe dans celui de M. Hubert ; et ce dernier méchanisme est de plus remarquable par un moyen neuf et ingénieux, employé pour maintenir la position et la verticalité de la denture mobile, pendant chaque montée et chaque descente.

Les formes données à la partie tranchante des ciseaux sont aussi dignes d'attention.

7°. Le système général des machines que le moulin à vent établi près des formes de Rochefort fait mouvoir, est une conception très-remarquable et qui honore son auteur, tant par l'heureuse combinaison des méchanismes que par l'art et la perfection de l'exécution. Deux d'entre nous ont vu le jeu de ces machines, dont on a obtenu tout le succès désirable, et dont la la marine militaire retire les avantages réunis et de l'économie dans la dépense et de la perfection du travail. Nous nous bornerons à citer,

parmi les améliorations nouvelles qu'elles présentent, la forme de la drague. Cette drague était anciennement un petit traîneau, armé d'un tranchant mobile auquel M. Hubert a substitué une espèce de roue à aubes, dont les augets, après s'être remplis de vase, dans la partie à curer, laissent échapper cette vase dans le lieu destiné à son émission.

Nous pensons que le mémoire descriptif de M. Dupin lui mérite les remercîments de la classe et doit être imprimé parmi ceux des savants étrangers, en y joignant les gravures de ceux des dessins joints à ce mémoire qui seront jugés les plus propres à en faciliter l'intelligence.

Signé SANÉ, MOLARD, DE PRONY, *rapporteur*.

La classe approuve le rapport et en adopte les conclusions. Paris, le 5 février 1816.

Certifié conforme à l'original, par le secrétaire perpétuel, chevalier de la légion d'honneur,

Signé DELAMBRE.

EXPÉRIENCES

Sur la flexibilité, la force et l'élasticité des bois, avec des applications aux constructions, en général, et spécialement à la construction des vaisseaux; faites dans l'arsenal de la marine française, à Corcyre, en 1811, *par Ch.* DUPIN, *capitaine en premier au corps du génie maritime.*

PREMIER MÉMOIRE,

Présenté à la première classe de l'Institut de France, le 12 avril 1813 (1).

C'EST en parcourant un arsenal de marine que Galilée, frappé des grands travaux qui s'offraient à ses regards, conçut l'idée d'appliquer les sciences mathématiques à la détermination de la force des bois.

C'est donc sur nos chantiers et dans nos ateliers qu'est née l'application du calcul aux tra-

(1) Sur le rapport de MM. Carnot, Prony, et Sané rapporteur, ce Mémoire a obtenu l'approbation de la Classe le 19 juillet 1813. Il a paru dans le XIV^e^. cahier du journal de l'école polytechnique.

vaux des arts. Il semble, en effet, que ce soit là qu'elle ait dû naître ; car nulle part des ouvrages plus importants ne sont exécutés par de plus grands moyens, avec une précision plus rigoureuse, et dans un moindre espace de temps.

Après que Galilée eut ouvert ainsi la carrière, elle fut parcourue par les savants les plus illustres. Dès qu'il y eut un premier germe de théorie dans les arts, la théorie forma des ingénieurs. C'est alors que la partie expérimentale a fait des progrès plus sensibles, et qu'on a remplacé plus généralement l'hypothèse et le système par des données, fruits de l'expérience, et par des calculs rigoureux fondés seulement sur ces données.

Sans retracer ici l'histoire des travaux dont nous venons de parler, nous nous contenterons de citer la savante préface d'un traité sur la résistance des solides, qu'on doit à l'ingénieur Girard qui, lui-même, a fait de nombreuses expériences sur la force des bois.

Jusqu'ici l'on a cherché principalement à déterminer la résistance dont les bois sont susceptibles avant leur rupture, soit en les rompant perpendiculairement à leurs fibres, soit en les affaissant sous des poids qui agissaient dans le sens même de ces fibres.

Sans doute il est nécessaire de connaître ce

point extrême, cette limite de la force des bois, afin d'employer constamment des matériaux doués d'une force plus grande que touts les efforts auxquels ils devront résister, dans les constructions et dans les machines où ils entreront comme éléments. Mais il faut toujours se tenir assez loin de cette limite. Lorsqu'on veut exécuter des travaux durables, il faut s'en tenir bien plus loin encore; car le temps diminue incessamment la force des bois, et mille causes concourent à détériorer leurs qualités primitives.

Il est un autre genre de recherches non moins utile, plus utile peut-être, et qui cependant me semble avoir été le moins suivi. C'est de déterminer les résistances comparées des bois, lorsqu'on les soumet à des forces capables d'altérer très-peu leur figure, et de trouver, si je puis m'exprimer ainsi, *leur résistance virtuelle* à tout changement d'état.

Lorsque nous construisons nos édifices, nos machines, nos vaisseaux, nous supposons que les pièces d'une dimension considérable, et d'ailleurs peu chargées, conservent la figure qu'un dessin rigoureux leur a donnée : il n'en est rien. Dans la nature, les moindres forces ont leurs effets certains, quoique parfois trop petits pour tomber sous nos sens; et souvent ces effets, insensibles individuellement, s'accumulent au point de pro-

duire les résultats les plus marqués et les plus graves : nous n'en citerons qu'un seul exemple.

Le plus grand édifice que nous puissions construire, en charpente, est sans contredit un vaisseau, tel qu'il le faut aujourd'hui pour entrer en ligne dans nos escadres. Lorsqu'un vaisseau du premier rang est établi sur les chantiers, ses dernières allonges s'élèvent au-dessus du faîte des plus hautes maisons. Il doit loger mille hommes et au-delà, renfermer leurs vivres pour six mois, et toute l'artillerie d'une place forte de seconde classe. Aussi la solidité de sa construction répond-elle à l'immensité des objets qu'il doit contenir. Nous avons nommé murailles ses parois en charpente ; et leur épaisseur est en effet au moins égale à celle des murs extérieurs de nos maisons ordinaires. Les liaisons, les supports en touts genres y sont combinés avec intelligence ; le cuivre, le fer y sont prodigués pour maintenir l'ensemble de toutes les parties. Qui douterait qu'avec des moyens si puissans et si bien disposés, la forme du vaisseau ne se trouvât assurée d'une manière invariable ? Cependant cela n'est pas. A peine est-il lancé sur la mer, que, d'une part l'inégale réaction produite dans un sens par les poids accumulés vers les extrémités, et de l'autre la répulsion de l'eau, concentrée vers le milieu, courbent à la fois toute cette grande machine, et font

former à ses parties des arcs qui, sur une corde de soixante mètres, ont présenté quelquefois un demi-mètre de flèche, et au-delà.

Une telle déformation est énorme sans doute; elle change puissamment la stabilité du vaisseau; elle influe sur toutes ses autres qualités. Cependant, si nous voulions savoir quelle serait la flèche d'un arc ayant deux mètres de corde, et présentant d'ailleurs la courbure que nous venons d'indiquer, nous trouverions que le nouvel arc devrait avoir pour flèche moins de *deux dixièmes de millimètres*, c'est-à-dire, une grandeur presque insensible, sur une longueur bien supérieure à notre moyenne stature.

C'est donc cette altération à peine sensible des bois que je me suis premièrement proposé d'apprécier. C'est leur résistance à tout changement d'état, au moment où cette résistance commence à faire sentir ses effets, c'est-à-dire, lorsque les corps altèrent infiniment peu leur forme, en vertu des poids qu'ils supportent, que j'ai eu en vue d'évaluer.

On verra peut-être avec quelque intérêt les lois et les anomalies observées dans les expériences faites en grand sur la rupture des bois, (c'est-à-dire, au point où leur déformation est la plus grande possible), devenir la conséquence nécessaire des variations extrêmement petites que

les moindres flexions offrent à l'observateur. C'est à peu près ainsi que les fonctions intégrales dérivent des lois qui coordonnent les élémens différentiels de ces mêmes fonctions, et peuvent en être rigoureusement déduites.

Je vais maintenant passer au détail de mes expériences. Sur un grand établi, j'ai fait fixer deux supports horizontaux et de niveau, distants entre eux de deux mètres; j'ai fait donner la forme d'un parallélipipède à des morceaux de chêne, de cyprès, de hêtre et de sapin ou de pin, seuls bois dont je pouvais disposer.

Ces parallélipipèdes, ayant un peu plus de deux mètres, étaient posés tour à tour sur les supports, dont ils mesuraient la plus courte distance, en dépassant très-peu de chaque côté, assez seulement pour que la pièce, en prenant de la courbure, ne se raccourcît pas au point de tomber entre les appuis.

J'ai chargé ces parallélipipèdes, que j'appellerai simplement des *règles*, par des poids placés à égale distance entre les deux supports; alors chaque règle a pris une certaine courbure.

Premièrement, il est évident que la règle a dû se plier suivant une courbe plane verticale. Secondement, la courbe formée par chaque arête de la règle est symétrique à droite et à gauche, par rapport au plan vertical mené par le point

milieu où la charge est appliquée, et perpendiculairement au plan même de la flexion.

Voilà la courbe dont nous avons voulu déterminer les éléments ; nous avons toujours considéré la face concave de la règle pliée.

Or, dans les nombreuses expériences que nous avons faites, nous avons constamment observé que, quand les poids sont peu considérables, les flèches des arcs formés par la règle pliée sont proportionnelles à ces poids mêmes.

Mais, quand les flèches sont petites, par rapport à la corde constante de plusieurs arcs, la courbure de ces arcs est directement proportionnelle aux flèches correspondantes : de là j'ai conclu ce premier théorème, auquel avait déjà conduit la théorie.

La flexion des bois produite par des poids très-petits est proportionnelle à ces poids, en mesurant cette flexion par la flèche de leur arc, c'est-à-dire, par l'abaissement ou la descension du point milieu de la règle.

Donc aussi, lorsqu'une pièce de bois, toujours la même, est chargée entre les mêmes appuis par des poids différents, ces poids sont réciproquement proportionnels au rayon de courbure de la règle à son point milieu, et la courbure elle-même est par conséquent proportionnelle à ces poids très-petits.

Après avoir ainsi déterminé le rapport de la force virtuelle de la flexion avec le poids qui produit cette flexion, il convenait de voir si la même loi se conserve, en chargeant le corps par des poids plus considérables; ou, si elle ne se conserve pas, quelle est l'altération que cette loi supporte : c'est ce que j'ai fait, avec beaucoup de soin et de patience, en employant un *double décimètre* de KUTSCH, parfaitement gradué. L'habitude de prendre des mesures, que j'ai depuis long-temps été forcé d'acquérir, me fait assurer que toutes celles que j'ai consignées dans mon travail ne diffèrent pas de deux dixièmes d'un millimètre de leur vraie valeur. Cette quantité, toute faible qu'elle est, a paru cependant trop forte encore aux yeux d'un géomètre (1) qui porte dans la physique une extrême précision. Mais observons qu'il est, dans chaque genre de recherches, un degré d'exactitude qu'il serait aussi impossible que superflu de vouloir outre-passer. C'est ainsi qu'il m'aurait fallu des ébénistes pour polir mes bois, si j'avais voulu, par exemple, que leurs faces fussent planes, à moins d'un demi-dixième, ou même d'un dixième de millimètre près. Observons encore que deux dixièmes de

(1) L'auteur de l'*Astronomie physique*.

millimètre équivalent à l'ancienne mesure appelée *point*: telle est la limite de mes erreurs.

J'ai pris les quatre espèces de bois les plus généralement employées dans les arts : ce sont celles que j'ai déjà nommées. Le chêne et le sapin étaient coupés depuis peut-être vingt-cinq ans, puisqu'ils provenaient du vaisseau russe le *Michaël*, que j'ai démoli en 1810, et qui avait peut-être alors vingt ans de construction.

Aussi ces bois sont-ils loin d'avoir la force qui leur appartient. Mais, comme il s'agit ici de déterminer les lois qui régissent la force et l'élasticité des bois par des rapports généraux indépendants de la vigueur absolue des fibres ligneuses, et même indépendants du genre et de l'espèce des arbres, ces bois, comme on voit, étaient aussi propres à remplir notre objet que s'ils eussent été de fraîche coupe. Au reste, le cyprès et le hêtre n'avaient guère plus d'un an d'abattage, et leur élasticité nous a présenté les mêmes propriétés que les bois éprouvés après vingt-cinq ans de coupe. Ce fait démontre notre assertion jusqu'à l'évidence.

On a travaillé quatre règles parallélipipèdes, ayant, comme nous l'avons dit, quelque chose de plus que deux mètres de longueur; on leur a donné trois centimètres d'équarrissage; ensuite on a placé successivement chaque règle sur les appuis, et on l'a chargée, sur son milieu, par 4 kilo-

grammes, puis par 8, 12, 16....., jusqu'à 28 kilogrammes. A notre travail sont joints des tableaux qui font connaître, 1°. les flèches de l'arc pris par les règles; 2°. les différences premières de ces flèches.

En jetant les yeux sur ces tableaux, on voit d'abord que 8 kilogrammes font plier la règle du double seulement de la flexion produite par 4 kilogrammes : ce qui nous fait voir qu'au-dessous de ces deux charges, les différences secondes deviennent trop petites pour être appréciées. Ce résultat concorde avec ceux d'où nous avons déduit le premier théorème.

Je remarque ensuite que, dans les tableaux de tous les bois, du chêne, du cyprès, du hêtre et du sapin, les différences premières des flèches vont toujours en augmentant.

Elles offrent, il est vrai, quelques légères anomalies; mais, immédiatement après une différence trop faible, s'en présente une en sens contraire qui la surpasse beaucoup plus; et, comme les erreurs ne portent que sur des *dixièmes de millimètre*, je ne doute pas qu'en employant des bois travaillés avec la dernière perfection, et en recourant à des moyens d'observer, que je n'avais pas à ma disposition, on n'obtienne des résultats plus exacts, et tels que les différences secondes soient constantes, ou du moins n'éprou-

vent que des variations tout-à-fait insensibles.

Ainsi, nous pouvons regarder les différences secondes des dimensions comme constantes, lorsque les poids qui chargent une même pièce croissent par différences premières constantes; et cette loi si simple est pourtant tellement concordante avec l'expérience, que, si nous formons, pour le chêne, par exemple, le développement régulier des termes qu'elle exprime, les résultats ne différeront jamais des observations de quatre dixièmes de millimètre; et la flexion totale à laquelle nous arriverons est cependant de 406 de ces dixièmes. Il est facile d'expliquer cette légère anomalie.

La règle, en se courbant, forme un arc plus long que sa corde; il faut donc, lorsqu'elle se plie, qu'elle glisse plus ou moins sur ses appuis. Ces appuis étaient de simples arêtes en bois, travaillé proprement, à la vérité, mais sans beaucoup d'art. Les allongements ont dû se faire, non d'une manière continue, mais par de petits ressauts plus ou moins sensibles. Qu'on se rappelle toujours que nous étions dans un pays où tout manquait, jusqu'à des balances assez précises pour pousser l'exactitude au-delà des dix millièmes (si même elles y arrivaient), et l'on verra qu'aucune des petites différences de l'observation et du calcul, n'est au-delà de la limite totale de la justesse des opérations.

Nous avons voulu voir ensuite le résultat des mêmes formules pour la charge, très-considérable, de 80 kilogrammes. En comparant nos résultats avec ceux obtenus pour une charge de 4 kilogrammes seulement, nous avons reconnu que, proportion gardée, le cyprès a le moins de flèche sous la grande charge, ensuite le chêne, puis le sapin, enfin le hêtre.

De là nous tirons cette conséquence remarquable : *Quand même la résistance virtuelle d'une espèce de bois serait très-forte, si les différences secondes des flexions étaient considérables pour cette espèce, avec une charge assez grande, ce bois finirait par plier plus que celui d'une autre espèce, dont la résistance virtuelle à la flexion serait cependant plus petite.*

On sait que le hêtre est éminemment élastique ; le tourneur en fait l'arc qui sert de régulateur à son tour. Dans la marine, les meilleurs avirons, ceux qui supportent sans se rompre les efforts les plus grands, les chocs les plus brusques, sont les avirons de hêtre. C'est que les différences secondes pour le hêtre étant considérables, cette grande flexion dont le hêtre est susceptible, avec des charges données, lui permet de céder à des chocs brusques, et le rend peu cassant.

Remarquons, au contraire, que le cyprès, peu flexible et très-cassant, a ses différences secondes

presque insensibles : elles ne sont pas le tiers de celles du hêtre.

J'ai déterminé les pesanteurs spécifiques des quatre espèces de bois soumises aux expériences précédentes ; l'ordre de ces pesanteurs est aussi celui des résistances à la flexion.

De là résulte cette conséquence importante : *De deux vaisseaux dont la charpente sera d'égal volume, celui construit avec le bois le plus pesant prendra moins d'arc et de courbure que celui construit avec le bois le plus léger.* Car, toutes choses égales d'ailleurs, l'arc des vaisseaux est proportionnel à la flexibilité virtuelle.

Ainsi, les vaisseaux de la Baltique et de la Hollande doivent prendre plus d'arc que ceux de la Méditerranée.

Mais, d'après les mêmes calculs, *de deux vaisseaux dont la charpente a le même poids, et qui sont construits en bois différents, le vaisseau construit avec le bois le plus léger sera celui dont l'arc sera le moins considérable, et qui conséquemment présentera la plus grande solidité.*

Le célèbre Don G. Juan paraît avoir entrevu cette vérité, puisqu'il voudrait que l'on construisît les vaisseaux avec les plus légers des bois, les bois résineux, et non plus avec le chêne.

Au reste, toutes les expériences précédentes, en offrant les éléments de la résistance virtuelle,

donneront les moyens de calculer, et par là d'obtenir des résultats comparables, sans en venir toujours aux expériences coûteuses de la rupture des pièces. Par ce moyen, on connaîtra mieux les qualités des bois qui conviennent aux divers travaux des arts en général, et surtout des constructions navales. On pourra fixer les dimensions des pièces de chaque navire d'une manière moins arbitraire. Ces opérations, plus éclairées, conduiront à des résultats avantageux.

Dans le port où je dois me rendre incessamment, j'espère pouvoir déterminer les éléments des forces virtuelles des bois, mesurés sur des pièces parfaitement saines; et non plus sur des bois usés, tels que ceux dont je pouvais disposer à Corcyre. Si la classe prend quelque intérêt à ces recherches, j'aurai l'honneur de lui en communiquer les résultats.

Les ingénieurs de la marine agitent en ce moment une question importante. On sait qu'autrefois la mâture de nos vaisseaux était faite avec des sapins, ou plutôt des pins du Nord, parce que les rares qualités de ces bois les font rechercher de toutes les nations. Depuis long-temps les approvisionnements de ce genre que possédaient nos arsenaux sont épuisés, ou du moins tellement appauvris, qu'il faut recourir à d'autres bois. On a proposé les sapins de la Toscane et les pins de

la Corse. On a cru trouver en eux plus d'avantage que dans les anciens bois du Nord, dont nous pouvons disposer encore; et cela est vrai. Mais, en ont-ils plus que les bois du Nord dans leur fraîcheur? voilà ce qui n'est point encore décidé (1).

Ensuite, il ne suffit pas de considérer la résistance à la rupture. La résistance à la flexion est aussi d'une considération très-importante. Car la flexion des mâts ne s'opérant que par l'allongement des cordages qui les soutiennent, de deux mâts qui casseraient sous le même effort, celui qui plie le plus exige un plus grand allongement dans les cordages, et par conséquent un plus grand effort de la part du vent. Donc aussi la force des cordages doit être dans une relation nécessaire avec la résistance que les mâts opposent à toute flexion.

Dans tous les cas, il faut déterminer les dimensions des mâtures suivant la nature des bois qu'on emploie; et l'on voit que les données dont nous avons parlé jusqu'ici sont propres à répandre quelque jour sur ce beau problème.

Après avoir multiplié les expériences sur les

(1) J'ai fait depuis, à ce sujet, des expériences comparatives dans l'arsenal de Toulon : elles ne sont pas encore publiées.

pièces d'une seule et même forme, nous en avons considéré qui avaient des épaisseurs et des largeurs différentes, et nous sommes parvenus à ce résultat constant :

La résistance à la flexion est proportionnelle aux cubes des épaisseurs. Nous avons essayé de démontrer par la théorie cette vérité d'expérience.

Lorsqu'on plie un parallélipipède de bois, les fibres intérieures sont comprimées, et les fibres extérieures sont allongées ; de manière qu'il se trouve une fibre intermédiaire d'une longueur invariable ; et cette fibre est toujours la même, quelque courbure qu'on donne au parallélipipède.

Pour démontrer l'effet de l'allongement ou du raccourcissement des fibres, Duhamel imagina l'expérience la plus ingénieuse. Il scia par le milieu, et perpendiculairement à la direction des fibres, les trois quarts de l'épaisseur de la pièce ; puis il enfonça dans le trait de la scie un coin fort mince, et d'un bois encore plus dur que le chêne. La pièce étant ensuite soutenue par les deux bouts, et la face où était le trait de scie étant en dessus, on chargea cette pièce par des poids ; or, quoiqu'elle fût sciée aux trois quarts, un quart seul des fibres put résister par son extension ; de manière que la pièce avait conservé toute

sa force. Lorsque le trait de scie était moins avancé, la force était plus grande; elle était plus petite dans le cas contraire. Lorsqu'on aura déterminé par l'expérience la position précise de la fibre invariable, on voit, par ce que nous venons de dire, que rien ne sera plus facile que d'en conclure le rapport des forces nécessaires pour produire un allongement ou un raccourcissement déterminé des fibres d'une même pièce de bois. Les expériences qui devront servir de base à ce calcul offrent à faire une des plus belles recherches que puissent présenter les questions relatives à la force des bois.

Après avoir chargé les pièces par des poids uniques, je les ai chargées par des poids uniformément répartis sur toute leur longueur ; et j'ai trouvé que, pour le même poids accumulé au milieu d'une pièce, ou réparti uniformément sur toute son étendue, les flèches ou descensions sont entre elles comme *dix-neuf* est à *trente;* et ce rapport se conserve le même, soit pour les bois d'une espèce différente, soit pour les bois de différentes dimensions (1).

---

(1) Depuis la publication de ce Mémoire j'ai démontré théoriquement que le rapport de ces flèches ou descensions est celui de 5 à 8, qui ne diffère guère plus d'un centième de la valeur approximative que m'avait donnée l'expérience.

Si donc on prend pour unité le poids d'une pièce prismatique en doublant les trente dix-neuvièmes (ou plutôt les cinq huitièmes) de la flèche que présente cette pièce lorsqu'on la soutient horizontalement par les deux bouts, on a la flèche qu'elle présentera lorsqu'on la chargera d'un poids égal au sien, mais accumulé au milieu. Ce principe donne un moyen simple de peser, sans balances, les bois très-lourds et très-longs, pourvu que leur épaisseur soit constante.

On voit, par ce que nous venons de dire, qu'il sera toujours très-facile de considérer un poids unique chargeant une pièce par son milieu comme un poids uniformément réparti le long de cette pièce, et réciproquement. Cette considération sera d'une fréquente utilité dans les arts.

J'ai déterminé enfin la flexion des pièces en fonction de la distance des appuis, et j'ai été conduit à ce résultat : *Deux pièces d'égal équarrissage se plient suivant des arcs dont les flèches sont proportionnelles aux cubes des distances des appuis.*

Lorsque je suis allé en Angleterre, le docteur Young, secrétaire de la Société royale de Londres, m'a fait voir qu'il était parvenu le premier à ce résultat, publié dans ses leçons de philosophie naturelle, ouvrage plein de recherches neuves et profondes. Je l'aurais cité, si j'avais pu l'avoir plus tôt entre mes mains.

Rappelons-nous d'ailleurs qu'entre les mêmes appuis, les flèches sont réciproquement comme les cubes des épaisseurs.

En combinant ces deux principes avec cet autre que, pour des flexions peu considérables, les flèches sont directement proportionnelles aux charges, on arrive à ce résultat singulier :

Deux pièces de bois étant semblables, c'est-à-dire, ayant leurs dimensions homologues proportionnelles, et étant d'ailleurs supposées de la même espèce ; en les soutenant par leurs extrémités, les flèches des arcs qu'elles prendront, en vertu de leur propre poids, seront directement proportionnelles aux quarrés des longueurs des pièces. Par conséquent, *quelle que soit la grandeur absolue de ces pièces ; elles prendront toutes un seul et même rayon de courbure.* La même chose aurait encore lieu, si l'on chargeait les pièces par des poids accumulés ou répartis, mais proportionnels au poids même de ces pièces.

Ce résultat paraît être de nature à s'appliquer souvent dans les constructions ; car les édifices de même nature ont ordinairement touts leurs éléments proportionnels. Si donc nous voulons comparer deux vaisseaux semblablement construits, avec des matériaux de même nature, dont les dimensions pareilles soient ainsi proportion-

nelles à celles mêmes de ces vaisseaux, nous en concluerons que *l'arc des vaisseaux, toutes choses égales d'ailleurs, doit avoir un seul et même rayon de courbure, quelle que soit leur grandeur absolue.*

On doit maintenant voir clairement pourquoi les grands vaisseaux, indépendamment de toute autre cause, ont proportionnellement beaucoup plus d'arc que les petits navires : c'est que la flèche de ces arcs suit la loi des quarrés des dimensions principales du navire. Ainsi, dans le cas que nous avons déjà cité d'un navire de soixante mètres qui prendrait un demi-mètre de flèche, un petit navire d'un mètre de long, et semblable au premier, ne prendrait pour flèche de son arc qu'un trois mille six centième de demi-mètre, au lieu d'un soixantième, simple rapport des longueurs.

Jusqu'ici, nous n'avons, en fonction du poids et de l'équarrissage, que la flèche de la courbe donnée par la flexion des bois, et la corde de cette courbe ou la distance des appuis. Après avoir attentivement examiné la figure offerte par cette courbe, et l'avoir rapportée, par la pensée, aux formes qui me sont le plus familières, j'ai jugé qu'elle devait très-peu différer d'une hyperbole; je l'ai supposée telle, et voici comment j'ai vérifié cette hypothèse.

J'ai pris une règle de sapin, dont la longueur excédait un peu deux mètres, et dont les autres dimensions étaient $0^m,1$ et $0^m,01$; je l'ai placée sur mes deux appuis, toujours éloignés de deux mètres l'un de l'autre; je l'ai fait courber, en chargeant son milieu, de manière à présenter une flèche de treize centimètres. Cette courbure est très-considérable; et j'ai voulu qu'elle fût telle, pour mieux observer les anomalies qui pourraient se présenter dans les relations hypothétiques que je cherchais à confirmer ou à détruire.

Une ligne droite horizontale, servant de corde à cet arc, et ayant par conséquent deux mètres, m'a servi d'axe des abscisses. Je l'ai divisée en vingt parties égales. Par chaque point de division, j'ai tracé une ordonnée verticale qui allait jusqu'à la courbe ; j'ai donc pu déterminer ainsi vingt-un points de cette courbe. J'avais pour plan de projection une planche parfaitement aplanie, que j'appliquai verticalement le long de la règle pliée, et sur laquelle j'ai tracé la courbe, sa corde et ses coordonnées. Ensuite j'ai relevé, avec tout le soin possible, les abscisses et les ordonnées de cette courbe. Afin de balancer les erreurs, j'ai pris la demi-somme des ordonnées symétriques, à droite et à gauche du milieu.

Pour déterminer mon hyperbole comparatrice, j'ai conçu une ligne de ce genre, dont l'axe réel

serait vertical, et dirigé suivant la flèche de l'arc élastique; cette ligne d'ailleurs passant par les cinq points suivans : 1°. le point milieu de l'arc; 2°. et 3°. les deux points d'appui; 4°. et 5°. les deux points qui correspondent au milieu de chaque demi-corde, à droite et à gauche de la flèche; de manière que les cinq abscisses de ces points étaient : $-1^{mè.}$; $-0,5$; 0; $+0,5$; $+1^{mè.}$. A l'aide de ces données, rien n'est plus facile que de trouver l'hyperbole comparatrice; son équation se présente sous une forme extrêmement simple.

En rapprochant l'hyperbole comparatrice et la courbe élastique produite par la règle pliée, nous nous sommes assurés que, pour les mêmes abscisses, les plus grandes différences des ordonnées des deux courbes ne s'élèvent pas à *sept dixièmes de millimètre*.

Dans ces différences, il faut toujours comprendre deux dixièmes de millimètre pour les erreurs qui ont pu être commises, en mesurant à vue d'œil de semblables dixièmes; l'on conçoit alors que, sur une étendue de deux mille millimètres, et pour une courbure de 130 millimètres, ne pas trouver sept dixièmes de millimètre pour les plus grandes différences, c'est une identité qu'il est rare de rencontrer, même dans les résultats que la théorie démontre devoir être

les mêmes. Nous pouvons donc conclure premièrement que, quelle que soit la courbe élastique produite par la flexion des bois entre deux points d'appui, il est permis de la confondre avec l'hyperbole, sans crainte d'erreurs appréciables dans la pratique, même dans les calculs où les approximations seraient poussées assez loin.

Faisons voir maintenant pour quelle raison la courbe élastique approche si fort de se confondre avec l'hyperbole. Lorsqu'une règle est pliée sur deux points d'appui, le long desquels elle peut glisser pour se mettre en équilibre avec les poids qui la chargent, il faut que l'effort produit au point d'appui par la tendance au redressement de la pièce, soit nul, ou ce qui revient au même, il faut qu'en ce point la courbure de la règle soit nulle, et par conséquent le rayon de courbure infini.

C'est parce que dans l'hyberbole les rayons de courbure s'accroissent suivant une loi très-rapide, en s'éloignant du sommet, que l'hyperbole se trouve encore si voisine de la courbe élastique, même à des distances assez grandes de ce sommet.

Mais comme, à une distance finie du sommet, le rayon de courbure de l'hyperbole ne devient pas infini; on voit que, vers les appuis, la courbe élastique ayant moins de courbure que l'hyperbole, lui sert de corde et passe au-dessus. Donc

auprès de ces appuis (et intérieurement) les abscisses de l'hyperbole doivent être les plus petites. C'est précisément à cela qu'il faut attribuer les différences dont le *maximum* est, comme nous l'avons dit plus haut, inférieur à sept dixièmes de millimètre.

Je ne me suis pas borné à l'examen de la courbe produite par la flexion d'une seule règle; j'ai plié successivement d'autres règles en sapin, en chêne, en hêtre; j'ai constamment trouvé les différences de l'hyperbole comparatrice à la courbe réelle moindres de sept dixièmes de millimètre.

Je dois faire remarquer un fait d'expérience vraiment singulier. Si, au lieu de mettre la charge à égale distance des appuis, on la rapproche de l'un d'eux d'une quantité peu considérable, la courbe élastique n'est plus symétrique par rapport à la verticale équidistante des deux appuis. Néanmoins, cette courbe se confond encore à très-peu près avec une hyperbole; mais cette hyperbole, au lieu d'avoir un axe vertical et l'autre horizontal, se trouve rapportée à deux diamètres conjugués dont l'un est horizontal et l'autre oblique à l'horizon.

Il est visible en effet que, dans cette hypothèse, les tensions de la règle, en chaque point d'appui, ne doivent pas cesser d'être nulles; les rayons de courbure doivent donc être encore infinis en ces

points de la règle ; et la courbe, cessant d'être symétrique avec la verticale, ne peut plus correspondre qu'à un arc d'hyperbole dont aucun axe ne soit vertical. Lorsqu'on suppose les abscisses horizontales, les ordonnées qui leur sont conjuguées ne peuvent donc plus être verticales ; mais ces ordonnées appartiennent toujours à un système de diamètres conjugués, et voilà ce que je voulais faire remarquer.

Après avoir considéré la courbe produite par une flexion unique, j'ai cherché à comparer les courbes qui résultent de flexions différentes. Ici se présente une nouvelle série d'expériences, plus délicates peut-être que les précédentes, et dont j'exposerais la marche si je n'avais pas déjà dépassé les bornes que cette analyse doit avoir. Je me contenterai de dire qu'après avoir déterminé une courbe simple, ayant avec la véritable élastique un contact très-intime, j'ai supposé leurs rayons de courbure identiques au point qui leur est commun. Mais on a de suite ce rayon au sommet de l'hyperbole ; on a donc aussi le *maximum* de courbure de l'élastique pour une flèche donnée.

Je passe enfin à l'explication de la rupture des bois. J'observe que les bois homogènes doivent rompre au point où leurs fibres atteignent un certain degré constant d'allongement ou de raccourcissement. Cette condition, combinée avec les

principes exposés précédemment sur la flexion des bois, me conduit à retrouver et à démontrer les diverses lois connues sur leur rupture.

Je viens de donner une idée de la première partie de mes recherches; l'autre est encore trop incomplète pour être présentée à la Classe. Je me suis occupé, dans cette seconde partie, de la flexion des bois, lorsqu'on les plie sur des surfaces données. On sait que c'est en pliant ainsi les bois, que nous recouvrons, par des *bordages* à l'extérieur, et par des *vaigres* à l'intérieur, toute la membrure de nos vaisseaux.

Dans les ports du nord de l'Europe on *chauffe* les bordages, en les mettant dans des étuves; j'ai cherché à voir quelles altérations ce procédé produit sur la force des bois.

Je me suis ensuite occupé de ce que nous appelons des assemblages : ce sont les formes diverses par lesquelles nous joignons une pièce de bois à une autre. Je me suis proposé de déterminer la force de ces assemblages, en appréciant soigneusement tout ce qui peut contribuer à leur bonté.

Enfin, je me suis occupé de la torsion des bois. Dès que ces élémens des machines sont sollicités par des forces qui ne concourent pas au même point, il y a tendance à la torsion; et, comme toute force produit son effet, il y a réellement

torsion. C'est ainsi que des efforts trop puissants brisent les arbres des pressoirs et des moulins. Je me suis donc proposé de déterminer les forces de torsion, en fonction du diamètre des bois, de leur longueur et du temps, qui entre ici comme un élément d'une puissance extraordinaire.

Si l'Institut voit ces recherches avec quelque intérêt, et pense que leur continuation puisse être utile, je m'appliquerai à les compléter, et j'aurai l'honneur de soumettre au jugement de la Classe ce que de nouvelles observations m'auront appris.

RAPPORT DE M. POISSON

SUR PLUSIEURS OUVRAGES DE GÉOMÉTRIE.

M. DUPIN se propose de publier un ouvrage qui aura pour titre : DÉVELOPPEMENTS DE GÉOMÉTRIE RATIONNELLE ET ANALYTIQUE, *pour servir de suite aux Traités de Géométrie descriptive et de Géométrie analytique de M.* MONGE.

Cet ouvrage sera le recueil de plusieurs Mémoires que l'auteur a composés sur des questions purement théoriques, et sur d'autres problèmes qui trouvent des applications utiles dans les arts, et particulièrement dans le service des ingénieurs. Avant de le faire paraître, il désire que les différentes parties de son travail soient soumises au jugement de la Classe à laquelle il a présenté, dans une de ses dernières séances, trois de ses Mémoires qu'elle a renvoyés à notre examen. Les questions qu'il y a traitées sont relatives aux courbures des surfaces. Son objet principal est de rendre cette théorie plus élémentaire, et surtout d'un usage plus facile dans les nombreuses applications dont elle est susceptible. Ce qui importe en effet, dans les arts, c'est de pouvoir

ramener la solution des problèmes à des constructions graphiques faciles à exécuter, et c'est en cela que les procédés simples et uniformes de la géométrie descriptive sont d'une si grande utilité à toutes les classes d'ingénieurs.

Dans le premier de ces trois Mémoires, M. Dupin rappelle touts les théorèmes connus sur la courbure des surfaces, et sur les contacts du second ordre. Il parvient à les démontrer par des considérations géométriques, et sans aucun calcul. Il y ajoute ensuite d'autres théorèmes qu'il a découverts, et qui sont pour la plupart remarquables par la simplicité de leurs énoncés.

Les cercles osculateurs de toutes les sections normales que l'on peut faire en un point donné sur une surface, ont leurs centres sur la normale en ce point; mais comme leurs rayons sont en général inégaux, et quelquefois tournés en sens opposés, il s'ensuit qu'ils ne peuvent pas appartenir touts à une même sphère; mais on sait par l'analyse, et M. Dupin démontre sinthétiquement que touts ces cercles sont toujours osculateurs des sections normales d'un même ellipsoïde, ou plus généralement d'une surface du second degré dont un des axes coïncide avec la normale au point donné. Cet ellipsoïde est osculateur de la surface donnée dans touts les sens autour du point du contact; et pour déterminer la courbure

de cette surface, il suffit de considérer celle de l'ellipsoïde à son sommet. Ainsi, dans une surface quelconque, comme au sommet d'un ellipsoïde, les directions de la plus petite et de la plus grande courbure, à partir d'un même point, sont à angle droit. Ce sont les seules directions suivant lesquelles les normales consécutives puissent se couper, d'où il résulte les diverses propriétés des lignes de plus grande et de moindre courbure que l'un de nous (M. Monge) a le premier fait connaître ; et enfin l'on en peut aussi conclure le beau théorème d'Euler, d'après lequel les courbures de toutes les sections normales autour d'un même point, se déduisent facilement des deux courbures principales.

M. Dupin considère, en particulier, les surfaces du second degré qui ont un centre. Il donne une construction simple et facile à exécuter, pour déterminer en chacun de leurs points, les directions et les grandeurs des deux courbures principales, et généralement de toutes les autres sections normales.

Revenant ensuite à la théorie générale des courbures, il démontre un théorème dont l'énoncé est assez compliqué, mais dont il tire deux conséquences importantes.

Il en conclut d'abord que si deux surfaces se touchent dans toute l'étendue d'une ligne

courbe, tout plan tangent à cette ligne coupera les surfaces suivant deux courbes qui auront entre elles un contact d'un ordre *immédiatement* supérieur à celui de ces surfaces. Lorsque, par exemple, un cône embrasse une sphère, il a avec elle, dans toute l'étendue d'un petit cercle, un contact du premier ordre. Or, tout plan mené par une tangente à ce cercle, coupera le cône et la sphère, suivant deux courbes qui se toucheront au second ordre; de sorte que la section de la sphère sera le cercle osculateur de la section conique.

La seconde conséquence que M. Dupin déduit de son théorème, c'est que si deux surfaces ont un plan tangent commun en un point, et que deux sections faites par un plan normal passent par une droite tracée sur ce plan tangent; ces sections ayant entre elles un contact du second ordre, il en sera de même par rapport à toutes les sections obliques faites par des plans passant par la même droite; il en résulte donc que la sphère qui contient le cercle osculateur d'une section normale faite dans une surface quelconque, contient aussi les cercles des sections obliques faites par des plans qui passent par la même tangente; ou autrement dit, si un plan tourne autour d'une droite tracée sur le plan tangent à une surface, toutes les courbes suivant lesquelles

il coupera cette surface, auront leurs cercles de courbure sur une même sphère. Le théorème qui lie les courbures des sections obliques à celles des sections normales est dû à Meusnier; en le joignant à celui d'Euler que nous avons cité, il en résulte que les courbures de toutes les lignes que l'on peut faire passer sur une même surface, et par un même point, sont liées entre elles, de manière que la plus grande et la plus petite étant connues en grandeur et en direction, toutes les autres s'ensuivent.

Il nous reste à parler de la partie de son travail à laquelle M. Dupin attache le plus d'intérêt, et qu'il appelle la théorie des *tangentes conjuguées*. Pour concevoir ce qu'il entend par cette dénomination, supposons qu'une surface soit donnée et qu'on lui circonscrive une surface développable qui la touchera dans toute l'étendue d'une ligne courbe : la tangente à cette ligne, en un point donné, et l'arête de la surface développable qui passe par ce point, sont ce que M. Dupin appelle *deux tangentes conjuguées*. Relativement à chaque point donné sur la surface, il existe évidemment une infinité de systèmes de semblables tangentes; touts ces systèmes jouissent de propriétés curieuses qui n'avaient point encore été remarquées, et dont voici les principales.

1°. Deux tangentes conjuguées sont réciproques

l'une de l'autre, c'est-à-dire, que si l'arête d'une première surface développable est tangente à la ligne de contact d'une seconde surface de la même espèce, réciproquement la tangente à la première ligne de contact sera l'arête de la seconde surface.

2°. On peut toujours tracer dans le plan tangent, en un point donné, une section conique qui ait ce point pour centre, et dont les systèmes de diamètres conjugués représenteront en direction touts les systèmes de tangentes conjuguées. M. Dupin nomme cette courbe, l'*indicatrice*, parce qu'en effet il prouve qu'elle *indique*, par sa nature, le sens des deux courbures principales de la surface, en chacun de ses points.

3°. Les deux axes de l'indicatrice ou les tangentes conjuguées rectangulaires, sont tangentes aux lignes de plus grande et de moindre courbure.

4°. Pour un même point d'une surface donnée, le rayon de courbure de chaque section normale est proportionnel au carré du diamètre de l'indicatrice qui se trouve dans le plan de cette section, d'où il suit que selon que l'indicatrice est une ellipse ou une hyperbole, la somme ou la différence des rayons de courbure des sections qui répondent à deux tangentes conjuguées, est une quantité constante égale à la somme ou à la dif-

férence des deux rayons principaux. L'un de ces deux rayons devient infini, et la courbure disparaît dans un sens, lorsque l'indicatrice se change en parabole ; ce qui arrive, par exemple, en tous les points des surfaces développables.

Dans le second et le troisième Mémoires, M. Dupin applique l'analyse aux questions qu'il a traitées dans le premier ; et, par son moyen, il développe sous un nouveau jour les démonstrations de plusieurs des propositions précédentes. Il forme l'équation de l'indicatrice pour un point quelconque d'une surface donnée ; quand cette courbe est une ellipse, les deux courbures de la surface au point que l'on considère, sont tournées dans le même sens ; elles sont tournées en sens opposés, lorsque l'indicatrice est une hyperbole ; et, de cette manière, l'examen des diverses inflexions que la surface peut éprouver, par rapport au sens de ses courbures, se trouve ramené à la discussion fort simple des courbes du second degré. Dans le cas de l'indicatrice hyperbolique, l'angle des asymptotes fait connaître le rapport des deux courbures principales. Il est droit, et l'indicatrice est une hyperbole équilatère en tous les points de la surface dont l'aire est un *minimum* entre des limites données ; car on sait que cette surface jouit de la propriété d'avoir, en chacun de ses points, ses deux rayons de courbures principaux,

égaux et dirigés en sens contraire. On sait aussi que si une surface du second degré peut être engendrée par une droite, elle est susceptible d'une seconde génération semblable, et qu'il y a toujours deux génératrices qui se croisent en chaque point. Or, M. Dupin prouve que ces deux droites sont les asymptotes de l'indicatrice; d'où il conclut que, sur un hyperboloïde, à une nappe et sur un paraboloïde hyperbolique, les directions de la plus grande et de la moindre courbure en un point quelconque, partagent en deux parties égales l'angle des deux génératrices et son supplément; car c'est en effet la propriété des axes de l'hyperbole par rapport à ses asymptotes.

La plus grande partie du troisième Mémoire est employée à la détermination des points dans lesquels l'indicatrice est un cercle, et où, par conséquent, les courbures de toutes les sections normales sont égales. Ces points remarquables ont déjà été considérés par l'un de nous (M. Monge), qui les a nommés des *ombilics*. Relativement à un point de cette espèce, l'équation des lignes de courbure devient identique, et leur direction semble d'abord devoir être indéterminée : c'est ce qui arrive effectivement en certains points comme aux sommets des surfaces de révolution. Mais M. Dupin fait voir qu'il y a d'autres ombilics par lesquels il ne passe qu'une ou trois lignes de cour-

bure, dont les directions sont déterminées, et il donne la raison de cette espèce de paradoxe.

Les recherches que nous venons d'exposer prouvent qu'au milieu des travaux dont il a été chargé, M. Dupin n'a pas perdu de vue les objets de ses premières études. Elles font désirer qu'un ingénieur qui réunit des connaissances si étendues en géométrie et en analyse, publie bientôt l'ouvrage dans lequel il se propose de les appliquer à des questions de pratique et d'utilité publique. Nous pensons que ses trois Mémoires sont très-dignes de l'approbation de la classe, et nous proposerions de les insérer dans le *Recueil des Savants Étrangers*, si l'auteur ne les avait destinés lui même à un autre usage. *Signé, les commissaires* MONGE, CARNOT, et POISSON, *rapporteur.*

La Classe approuve le rapport et en adopte les conclusions. 28 Décembre 1812.

Certifié conforme à l'original.

Le secrétaire perpétuel,

DELAMBRE.

DE LA STABILITÉ DES CORPS FLOTTANTS,

Premier Mémoire d'applications de géométrie ;

Rapport sur ce Mémoire, fait à la première Classe de l'Institut de France,

Par M. CARNOT.

M. SANÉ, M. Poinsot et moi, avons été chargés par la Classe de lui rendre compte d'un Mémoire sur la stabilité des corps flottants, qui lui fut présenté, le 10 janvier dernier (1814), par M. Charles Dupin, capitaine en premier au corps du génie maritime, et aux travaux duquel la Classe a déjà plusieurs fois applaudi. Ce Mémoire même a été composé par un jeune officier qui s'attendait à chaque moment à recevoir des ordres pour se rendre aux armées.

Le Mémoire de M. Dupin est la première application des méthodes exposées par le même auteur dans cinq autres Mémoires de géométrie, approuvés par la Classe, et publiés ensuite sous

le titre de *Développements de géométrie*, pour faire suite à la géométrie descriptive et à la géométrie analytique de M. Monge.

En voyant ces premières recherches, notre illustre Lagrange, dont les suffrages peuvent être regardés comme les plus beaux titres d'un jeune géomètre, a fait d'elles cet éloge, confirmé par le jugement de la Classe. « L'auteur a trouvé le » secret de dire des choses neuves et intéressantes, » sur un sujet que nous croyions épuisé. »

Le nouveau sujet que M. Dupin s'est proposé de traiter, dans le Mémoire dont nous avons à rendre compte, est plus difficile encore que celui des Mémoires précédents, et semblait pareillement épuisé. La théorie de l'équilibre des corps flottants sur un fluide, a fait l'objet des recherches des plus grands géomètres. Archimède est le premier qui s'en soit occupé; et le livre où il traite cette matière, si peu abordable de son temps, est, avec raison, regardé comme un des écrits qui font le plus d'honneur à son génie. En n'employant que la méthode synthétique, Archimède recherche les conditions de l'équilibre des corps sphériques, cylindriques et paraboliques. Il détermine dans quel cas l'équilibre doit être stable et dans quel cas il ne doit pas l'être. En admirant la force d'esprit qu'exigeaient ces premiers résultats d'une science alors dans l'enfance, on ne peut

s'empêcher d'avouer qu'une méthode qui doit, à chaque corps nouveau dont on s'occupe, recourir à de nouveaux moyens de solution, ne soit d'une étude et d'une application extrêmement pénibles.

M. Dupin annonce que, dans un second Mémoire, il reprendra toutes les questions traitées par Archimède, pour les faire dériver, comme autant de corollaires, d'un seul et même principe : si cette partie est bien traitée, ce ne sera pas la moins intéressante de son travail.

Dix-neuf siècles se passèrent avant qu'on revînt aux questions traitées par Archimède, pour reculer de ce côté les bornes de la science. Deux géomètres l'entreprirent, pour ainsi dire, en même temps.

Bouguer, dans le voyage où il fut, avec La Condamine, mesurer sous l'équateur un arc du méridien, employait ses loisirs à composer le *Traité du navire*; tandis qu'Euler, à Pétersbourg, écrivait son livre intitulé : *Scientia navalis*. Dans ces deux ouvrages, on voit la question de l'équilibre des corps flottants traitée sous un point de vue beaucoup plus général que ne l'avait fait Archimède. La seule restriction qu'on s'y permette encore est de regarder les corps comme symétriques par rapport à un plan. Telle est, en effet, la forme de nos vaisseaux de guerre ou de com-

merce, ces grands corps flottants dont l'équilibre et la stabilité sont d'une considération si importante.

Bouguer se rapprocha de la méthode des anciens; il présenta ses idées sous une forme géométrique; il les rendit par là plus sensibles; et les ingénieurs maritimes de toutes les nations adoptèrent sa manière de déterminer la stabilité des corps flottants. Euler n'abandonna pas sa méthode accoutumée, et parvint au même but par une analyse simple, élégante et facile.

M. Dupin suit une marche différente de celle qu'avaient adoptée ces deux illustres géomètres; il emploie une géométrie qui n'était pas connue de leur temps, et ce nouvel instrument le conduit à de nouveaux résultats.

Au lieu de se tenir toujours infiniment près de chaque position d'équilibre, pour voir ainsi ce qui se passe autour d'elle, il considère à la fois toutes les positions qu'un corps peut prendre, en flottant sur un même fluide, lorsque ce corps est d'un poids constant et d'une forme extérieure invariable.

Pour que le corps flottant soit en équilibre, il faut, comme on sait, que son centre de gravité soit sur la même verticale que le centre de volume de sa carène; cette carène étant termi-

née au niveau du fluide par un plan horizontal qu'on appelle le *plan de flottaison.*

Mais, le poids du corps étant supposé constant, le volume de la carène l'est aussi. Si donc, par des transpositions dans l'intérieur, on fait prendre au centre de gravité du corps flottant toutes les positions possibles, sans que la figure extérieure de ce corps change, on va trouver, pour ces différents états d'un même corps, une infinité de plans de flottaison différents, et une infinité de carènes différentes. Chacune de ces carènes a son centre de volume en un point particulier. Voilà, par conséquent, une infinité de centres de carène. Ils forment une surface: c'est la *surface des centres de carène.* Touts les plans de flottaison sont tangents à une autre surface qui, par rapport à ces plans, est du genre de celles que M. Monge a nommées *enveloppes*: c'est la *surface enveloppe des flottaisons.*

On n'avait pas encore eu l'idée d'envisager ces deux surfaces, et c'est leur considération qui conduit M. Dupin, d'abord à des théorèmes qui renferment touts ceux que l'on connaît déjà sur la stabilité des corps flottants, et ensuite à beaucoup d'autres théorèmes nouveaux.

L'auteur observe premièrement que la définition de la surface des centres de carène et celle de l'enveloppe des flottaisons étant purement

géométriques, la recherche des propriétés générales de ces surfaces doit appartenir uniquement à la science de l'étendue. Il s'occupe d'abord des propriétés de la première de ces surfaces, et la traite d'après les principes qu'il a exposés dans ses *Développements de géométrie* : voici les résultats auxquels il parvient.

La surface des centres de carène est nécessairement d'une étendue finie ; elle est fermée de toutes parts. Quelle que soit la forme irrégulière du corps flottant, la surface des centres de carène est toujours continue (en ce sens que ses plans tangents se succèdent constamment, par une dégradation insensible dans leurs directions, de manière à ne former ni angles ni arêtes sur la surface).

Si l'on place le corps flottant dans une position d'équilibre, le centre de sa carène sera en un certain point de la surface lieu des centres, et le plan tangent à la surface en ce point sera nécessairement parallèle au plan de flottaison, c'est-à-dire horizontal.

De là résulte immédiatement cette autre propriété générale. « Dans une position d'équilibre quelconque, la droite menée par le centre de gravité du corps flottant et par le centre de carène, est normale, en ce dernier point, à la surface des centres de carène. »

Ainsi, dès le principe, l'auteur ramène la recherche des positions d'équilibre d'un corps flottant, à la détermination des droites normales à la surface des centres de carène, en ne prenant, parmi ces normales que celles qui passent par le centre de gravité du corps.

Il ne suffit pas de déterminer une position d'équilibre, il faut s'assurer de plus que cette position est stable.

On voit des corps flottans que l'on cherche vainement à déranger de leur position primitive. De quelque côté qu'on les incline, ils tendent toujours à se redresser. On en voit, au contraire qui, dès qu'on les dérange un peu de leur première position, de quelque côté qu'on les incline, s'inclinent encore davantage, et ne reviennent plus à leur première assiète. Enfin on en voit d'autres qui, penchés d'un certain côté, tendent à se redresser, tandis qu'en les penchant dans une autre direction, ils s'écartent de plus en plus de la position primitive. Dans le premier cas, on dit que l'équilibre est *stable*; dans le second, qu'il est absolument *instable*; et, dans le troisième, que cet équilibre est *mixte*.

Or, rien n'est plus facile que d'assigner les caractères de ces différents genres d'équilibre, en considérant la surface des centres de carène. Lorsqu'on incline très-peu le corps flottant, on peut con-

cevoir qu'il tourne autour d'un axe horizontal. Maintenant, par le centre de la carène qui correspond à la position d'équilibre, concevons un plan perpendiculaire à cet axe; ce plan sera vertical et coupera normalement en ce point la surface des centres de carène. Déterminons, pour le même point, le centre de courbure de cette section; il sera sur la même verticale que le centre de gravité du corps flottant. Cela posé, 1°. s'il est au-dessus, l'équilibre est absolument *stable*; 2°. s'il est au-dessous, l'équilibre est absolument *instable*; 3°. s'ils se confondent, l'équilibre est *mixte*. Ainsi, ce centre de courbure joue, dans la théorie de M. Dupin, le même rôle que le *métacentre* dans la théorie de Bouguer.

De ces principes résulte ce théorème nouveau et remarquable; *suivant que la position d'un corps flottant est stable ou non stable, la distance du centre de gravité de ce corps au centre de sa carène est un* minimum *ou un* maximum *par rapport à toutes les positions voisines que peut prendre le corps flottant.*

En appliquant à la stabilité les propriétés de la courbure des surfaces, l'auteur conclut d'abord que, si l'on incline successivement autour de touts les axes possibles, un corps en équilibre sur un fluide, 1.° la direction de la plus grande stabilité est celle où l'axe est parallèle à la direction

de la plus grande courbure de la surface des centres de carène; 2.° la direction de la moindre stabilité est celle où l'axe est parallèle à la direction de la moindre courbure de la même surface.

De là il suit immédiatement que les directions de plus grande et de moindre stabilité d'un corps flottant quelconque, se croisent toujours à angle droit.

Pour examiner les stabilités comprises entre ces deux extrêmes, M. Dupin se sert encore de la surface des centres de carène; il a recours à la *courbe indicatrice* et aux *tangentes conjuguées* de cette surface. On peut voir, dans le rapport de M. Poisson, sur les trois premiers Mémoires de M. Dupin, la définition de cette courbe et de ces tangentes, ainsi que l'exposition de leurs principales propriétés, faite avec autant de clarté que de précision.

Il nous suffit de dire que, si l'on coupe une surface par un plan infiniment voisin de son plan tangent et parallèle à ce plan, la section est une courbe du second degré, que M. Dupin appelle *indicatrice*, parce qu'elle indique en effet la forme de la surface, à partir du point où elle est touchée par le plan tangent que l'on considère. Les diamètres conjugués de cette indicatrice représentent autant de *systèmes de tangentes conjuguées* de cette surface.

Revenons à la surface des centres de carène. Elle a partout ses deux courbures dirigées dans le même sens : son indicatrice est donc constamment une *ellipse*. Les axes de cette ellipse sont parallèles aux directions de plus grande et de moindre stabilité du corps flottant.

Les degrés de stabilité du corps flottant sont proportionnels aux quarrés des diamètres de l'indicatrice, ces diamètres étant dirigés dans le sens de l'inclinaison du corps flottant.

Or, les diamètres d'une ellipse sont disposés symétriquement de côté et d'autre des deux axes; donc les stabilités intermédiaires sont aussi disposées symétriquement de côté et d'autre des deux directions de plus grande et de moindre stabilité.

Si l'on appelle, avec M. Dupin, stabilités conjuguées, celles qui appartiennent à des inclinaisons répondant à deux diamètres conjugués de l'indicatrice, on verra qu'elles jouissent de cette propriété générale : *pour une même position d'équilibre, la somme de deux stabilités conjuguées est nécessairement constante et égale à la somme de la plus grande et de la moindre stabilité du corps flottant.*

Enfin M. Dupin, par le secours de la courbe indicatrice, détermine, dans les cas d'équilibre mixte, les limites qui séparent les directions où

l'équilibre est stable d'avec celles où il ne l'est pas.

Jusqu'ici, l'auteur supposait que la forme extérieure du corps flottant dût rester constamment la même; il suppose ensuite que cette forme varie d'une manière très-générale; il s'assujettit seulement à laisser constantes les hauteurs des centres de gravité du corps et de sa carène, ainsi que la figure de la flottaison. Alors il examine les transformations infinies que peut éprouver la surface des centres de carène; il ramène ces transformations à celles dont il a fait l'examen dans ses *Développements de géométrie*. Il en conclut que les nouvelles surfaces des centres de carène auront toutes un contact, au moins de second ordre, avec la surface primitive; et par conséquent, que tous les nouveaux corps flottants auxquels ces nouvelles surfaces appartiennent ont la même stabilité que le premier corps flottant. C'est ainsi que M. Dupin cherche à utiliser les principes qu'il a présentés dans ses premiers Mémoires.

Telles sont les principales propriétés de la surface des centres de carène. Après les avoir développées, l'auteur considère spécialement la surface enveloppe des flottaisons et l'aire de chaque flottaison.

Cette seconde surface est, comme la première, fermée de toutes parts; elle présente aussi partout ses deux courbures dirigées dans le même

sens. Elles ont ensemble cette corrélation singulière, qu'elles ne peuvent jamais se couper; tantôt la première embrasse complétement la seconde; tantôt la seconde embrasse complétement la première.

D'après sa définition, l'enveloppe des flottaisons a pour plans tangents touts les plans de flottaison. Or, le point de contact de l'enveloppe et de ces plans est le centre de gravité de l'aire de chaque flottaison (cette aire étant terminée par le périmètre du corps flottant). Ce théorème revient, quant au fond, à celui qu'on doit à de Lacroix, membre de l'ancienne académie des sciences; Euler en parle dans la préface de son traité, *Scientia navalis*.

M. Dupin fait voir généralement que le plus grand et le plus petit rayon de courbure de la surface des centres sont respectivement égaux au plus grand et au plus petit moment d'inertie de l'aire de la flottaison, divisé par le volume de la carène.

De là, il conclut immédiatement que la direction de la plus grande ou de la moindre stabilité du corps flottant est parallèle à l'axe du plus grand ou du plus petit moment d'inertie de l'aire de la flottaison : théorème connu.

Par une correspondance bien singulière, la courbure de la surface des centres de carène dépend donc spécialement de la figure de la flottai-

son; mais la courbure de la surface enveloppe des flottaisons dépend de quantités plus compliquées. Cependant, il est intéressant de connaître les éléments de cette courbure; ils indiquent dans quelles directions les stabilités primitives croissent ou décroissent par les degrés les plus lents ou les plus rapides, et peuvent montrer les états prochains de stabilité d'un corps flottant dérangé de sa position d'équilibre. Cette recherche ne peut être que d'un grand intérêt pour la théorie de la construction des vaisseaux.

Voici, à ce sujet, les résultats auxquels l'auteur parvient; ils s'offrent sous une forme singulière.

Si l'on charge le contour de la flottaison par des poids proportionnels à la tangente de l'angle formé par la verticale et la paroi du corps flottant, les axes principaux du plus grand et du plus petit moment d'inertie de cette ligne pesante seront respectivement parallèles aux directions de plus grande et de moindre courbure de l'enveloppe des flottaisons.

Et si l'on divise par la superficie de la flottaison, deux fois ce plus grand ou ce plus petit moment d'inertie, le quotient sera le rayon de moindre ou de plus grande courbure de la surface des flottaisons.

Après s'être occupé de tout ce qui peut caractériser une position d'équilibre, considérée iso-

lément, M. Dupin considère à la fois toutes les positions d'équilibre que peut prendre un corps flottant dont la forme est invariable, ainsi que son poids et la position de son centre de gravité.

Cette partie de son travail, quoiqu'elle ne paraisse pas devoir être aussi féconde que la première en conséquences utiles, semble peut-être plus originale, et par la généralité des résultats, et par la simplicité des moyens de solution.

D'après la théorie précédemment exposée, la recherche de toutes les positions d'équilibre du corps flottant est ramenée à celle de toutes les droites que l'on peut, du centre de gravité de ce corps, mener normalement à la surface des centres de carène.

L'auteur prouve d'abord que tout corps solide, flottant sur un fluide, présente au moins deux positions d'équilibre, l'une dont la stabilité est absolue, l'autre dont l'instabilité est pareillement absolue; principe qui n'avait pas encore été démontré directement

Ensuite ce géomètre fait voir que le nombre des positions d'équilibre d'un corps flottant est généralement pair; et il prouve que le nombre des positions d'équilibre du premier genre est toujours égal au nombre des positions du second genre.

Et si l'on fait tourner la surface des centres de carène autour d'un axe quelconque mené par le centre de gravité du corps flottant; puis, qu'on détermine la surface de révolution enveloppe de l'espace parcouru par cette surface, en se dirigeant ensuite sur la courbe de contact de l'enveloppe et de l'enveloppée, on rencontrera successivement touts les centres de carène qui appartiennent aux positions d'équilibre, et ces centres appartiendront alternativement à des positions stable, instable; stable, instable; etc.

S'il y a des positions d'équilibre mixtes, il faudra regarder chacune d'elles comme la réunion de deux positions d'équilibre, l'une stable et l'autre instable; et l'on trouvera toujours, en marchant sur la courbe de contact dont nous venons de parler, que les centres de carène qui correspondent à des positions d'équilibre, appartiennent alternativement à des positions d'équilibre stable et instable.

Ce nouvel ouvrage de M. Dupin confirme les espérances que ce jeune savant a données par ses premiers travaux, et l'on ne peut qu'applaudir à ses efforts constants pour en diriger les résultats vers la pratique du grand art auquel il s'est voué. Nous pensons que le Mémoire de M. Dupin mérite l'approbation de la classe, et nous lui pro-

posons de le faire comprendre dans la collection des savants étrangers.

Signé Sané, Poinsot, et Carnot *rapporteur.*

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques certifie que ce rapport est extrait du procès verbal de la séance du mardi 30 août 1814.

Signé DELAMBRE,

Chevalier de la légion-d'honneur.

APPLICATIONS

DE GÉOMÉTRIE

AU TRACÉ DES ROUTES ISOLÉES.

ANALYSE

Lue à la première Classe de l'Institut, le lundi 25 septembre 1815.

On ne peut guère parcourir des pays très-montueux, sans que l'esprit se porte sur la manière plus ou moins avantageuse dont les routes que l'on suit sont adaptées aux formes du terrain. C'est aussi dans de semblables voyages, que j'ai trouvé les principes qui font l'objet de ces recherches, et rédigé le premier Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la classe. Les applications s'offraient d'elles-mêmes dans les diverses opérations dont j'étais le témoin et l'observateur; j'ai donc pu rapprocher sans cesse les conceptions de la théorie et les faits de la pratique. C'est cette réunion qui seule peut donner quelque prix à mon travail.

Ce Mémoire, et les deux qui le suivront, sont au nombre de ceux qui doivent composer la seconde partie de mes Développements de géométrie, comme applications aux travaux des services publics.

Nous montrons d'abord que le caractère spécial des questions qui tiennent à la théorie du tracé des routes, c'est d'être indépendantes de toute considération relative à l'accélération ou à la retardation instantanée de la vitesse des mobiles qui parcourent ces routes. Cela tient à l'organisation de l'homme et des animaux qui traînent ou qui portent ces mobiles, et qui ne peuvent à chaque instant altérer la vitesse de leur pas, suivant les variations insensibles de la pente des routes.

Toutes choses égales d'ailleurs, la route la plus avantageuse est, suivant les cas, celle qui demande le moins de temps, le moins de forces, ou la moindre dépense.

Lorsque c'est le temps qui doit être un minimum, et que les routes sont destinées à des hommes ou des animaux qui marchent d'un pas constant, il est évident que la route la plus courte, entre deux points donnés, est toujours la plus avantageuse. Observons bien cependant que l'homme et les animaux ne peuvent marcher d'un pas constant, en portant ou traînant un

fardeau déterminé, que quand la pente de la route ne dépasse pas une certaine limite.

Si l'on veut que la quantité totale de forces, au lieu du temps, soit un minimum, le problème devient plus compliqué. Il faut connaître pour chaque espèce de transport, la quantité de forces nécessaire pour parcourir une unité d'espace, avec un poids donné, depuis la descente la plus rapide, jusqu'à la montée la plus rude. On peut se demander ensuite quelle est, entre deux points fixés sur un terrain quelconque, la route qui demande le moins de force totale, d'après cette évaluation primitive.

Nous démontrons que, sur un plan, la route qui demande la moindre quantité de forces est toujours la ligne droite; et que, sur une surface dont toutes les pentes sont peu considérables, la ligne la plus courte est toujours celle qui demande le moins de force totale pour aller d'un point à un autre.

Enfin, dans la troisième hypothèse qui est proprement le cas essentiel à la pratique, si l'on veut que le prix du transport soit un minimum, il faut voir comment ce prix est alloué.

Dans tous les travaux de l'architecture, civile ou militaire, dans les transports opérés sur terre par le commerce ou par la poste, etc., le prix du transport est proportionnel à la distance parcourue. Dans beaucoup de cas le prix est augmenté

d'une somme proportionnelle à la hauteur des montées. Si donc on parvient, par des considérations quelconques, à déterminer la position des points culminants et des points les plus bas des routes, il est évident qu'alors la hauteur de chaque montée est déterminée par ces points extrêmes, et par conséquent aussi que le prix supplémentaire alloué pour cette montée est fixé. Il en serait de même des retenues qu'on pourrait opérer sur les descentes. Il ne reste donc plus de variable que le prix proportionnel à la longueur de la route, et ce prix est un minimum quand la route est la plus courte possible. Tel est le point de vue sous lequel nous allons envisager la théorie du tracé des routes.

Le cas le plus simple que puisse offrir cette théorie, est la recherche de la direction de la route la plus avantageuse pour aller d'un point à un autre, sur un terrain donné.

Ce premier cas renferme, comme on voit, le tracé des routes destinées à la circulation des hommes, des animaux, et des voitures conduites par eux; dès qu'une fois on a fixé le point de départ et le point d'arrivée.

On peut supposer, ensuite, qu'un nombre quelconque d'objets isolés doivent être portés de la manière la plus avantageuse, en certains points pareillement isolés, sans qu'on ait attribué tel point d'arrivée plutôt que tel autre à chacun des

points de départ. On voit qu'ici non-seulement se présente la difficulté de tracer chaque route entre des points extrêmes, mais qu'il faut avant tout déterminer le point d'arrivée qui doit correspondre à chaque point de départ. La question des routes ainsi posée forme l'objet de ce premier travail.

Dans un second Mémoire, nous supposons que les points d'arrivée, d'un côté, les points de départ, de l'autre, forment une suite continue, linéaire, superficielle ou solide : ce qui comprend tous les cas de la théorie des déblais et remblais.

Dans un troisième Mémoire, nous appliquons les résultats des deux précédents à la recherche des routes que suivent des faisceaux de rayons lumineux ou sonores, réfléchis par des miroirs ou des échos quelconques. Nous parvenons de la sorte à quelques vérités nouvelles sur la catoptrique et l'acoustique ; en même temps, cette application nous fait connaître d'autres propriétés des routes les plus avantageuses, dans les transports effectués par l'homme ou les animaux, sur nos routes ordinaires.

Revenons au tracé d'une route, entre deux points donnés. Si nous n'avions égard qu'à l'étendue des espaces à parcourir, il est bien évident que la route la plus avantageuse serait toujours la ligne droite qui joint les deux points limites de

cet espace. Mais nous ne pouvons pas suivre une voie arbitraire et purement idéale, pour franchir avec les fardeaux que nous déplaçons, l'intervalle qui sépare le lieu du départ du lieu de l'arrivée. Il faut marcher sur le sol, en suivre les inflexions, les détours, les irrégularités de toute espèce. Ce serait donc s'occuper d'une question curieuse en elle-même, mais presque sans application, que d'envisager les routes comme étant toujours rectilignes. On peut, par cette hypothèse, être conduit à des vérités géométriques d'un très-grand intérêt pour la science, mais sans utilité pour la pratique. Or, c'est vers ce dernier but que nous cherchons sans cesse à diriger nos efforts.

M. Monge qui seul encore a tenté de soumettre à la géométrie, la recherche des routes les plus avantageuses, a très bien fait sentir la vérité de ces observations. Il les présente en terminant le beau Mémoire dans lequel il exposa pour la première fois la théorie de la courbure des surfaces, afin de l'appliquer immédiatement aux cas abstraits qu'il se bornait à considérer dans les déblais et remblais des volumes.

« La solution de ce problème, qu'il eût été très-
» difficile de trouver, dit ce grand géomètre,
» par les méthodes ordinaires des maximum
» et minimum, est très-éloignée d'être applica-

» ble à la pratique; tant à cause des difficultés » que l'analyse peut présenter, que parce que » nous ne sommes pas dans l'hypothèse de la na- » ture : en effet, dans le transport des terres, » chaque molécule ne peut pas toujours suivre la » droite menée du point de départ au point d'arri- » vée; on ne peut que la traîner sur la surface du » terrain dont, à cause de la pesanteur, elle doit » suivre toutes les sinuosités, surtout dans le sens » vertical. Ces considérations, dit toujours l'au- » teur que nous citons, nous auraient empêché » de traiter ce dernier cas (celui du transport » d'une masse divisible en éléments infiniment » petits), s'il ne nous eût pas fourni l'occasion » de publier quelques propriétés nouvelles et re- » marquables des surfaces courbes considérées » en général. »

Je me propose spécialement d'étendre mes solutions aux cas dans lesquels les routes ne sauraient être dirigées suivant la ligne droite menée du point de départ au point d'arrivée. C'est le seul moyen par lequel je puisse ajouter quelque chose aux travaux d'un grand maître.

J'appelle *route directe* la ligne la plus courte que l'on puisse mener, d'un point à un autre, sur un terrain quelconque. Dans quelques cas, la route directe sera droite; dans un plus grand nombre de cas, elle sera en partie droite, en par-

tie courbe, et plus souvent encore elle sera tout-à-fait courbe.

Tant que les pentes du terrain seront peu considérables, la route directe sera toujours celle qui exigera la moindre dépense pour conduire un fardeau d'un point à un autre point, pris touts deux sur cette ligne.

Mais il faut, pour cela, que la pente du terrain n'acquière pas une rapidité telle que les transports ne puissent plus s'y faire sans employer des hommes ou des animaux de renfort, pour traîner ou porter une charge donnée. Il vaudrait mieux alors suivre un chemin plus long que la route directe, mais qui n'offrît pas une pente aussi rude.

Entre les pentes très-douces, où la route directe est la plus avantageuse, et les pentes très-fortes, où elle ne l'est pas, il doit exister une pente moyenne au-dessus de laquelle les routes directes cessent d'être les plus avantageuses et doivent par conséquent être abandonnées. *Cette pente est la même quelle que soit l'inclinaison et la courbure du terrain.*

Et d'abord, puisqu'il existe une certaine pente au-dessous de laquelle il vaut mieux allonger les routes pour diminuer la grandeur de leur inclinaison, concluons-en que les routes ne doivent en aucun de leurs points, présenter une pente plus forte que cette limite.

Et si l'on fait tourner la surface des centres de carène autour d'un axe quelconque mené par le centre de gravité du corps flottant; puis, qu'on détermine la surface de révolution enveloppe de l'espace parcouru par cette surface, en se dirigeant ensuite sur la courbe de contact de l'enveloppe et de l'enveloppée, on rencontrera successivement touts les centres de carène qui appartiennent aux positions d'équilibre, et ces centres appartiendront alternativement à des positions stable, instable; stable, instable; etc.

S'il y a des positions d'équilibre mixtes, il faudra regarder chacune d'elles comme la réunion de deux positions d'équilibre, l'une stable et l'autre instable; et l'on trouvera toujours, en marchant sur la courbe de contact dont nous venons de parler, que les centres de carène qui correspondent à des positions d'équilibre, appartiennent alternativement à des positions d'équilibre stable et instable.

Ce nouvel ouvrage de M. Dupin confirme les espérances que ce jeune savant a données par ses premiers travaux, et l'on ne peut qu'applaudir à ses efforts constants pour en diriger les résultats vers la pratique du grand art auquel il s'est voué. Nous pensons que le Mémoire de M. Dupin mérite l'approbation de la classe, et nous lui pro-

posons de le faire comprendre dans la collection des savants étrangers.

Signé Sané, Poinsot, et Carnot *rapporteur.*

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques certifie que ce rapport est extrait du procès verbal de la séance du mardi 30 août 1814.

Signé DELAMBRE,

Chevalier de la légion-d'honneur.

APPLICATIONS

DE GÉOMÉTRIE

AU TRACÉ DES ROUTES ISOLÉES.

ANALYSE

Lue à la première Classe de l'Institut, le lundi 25 septembre 1815.

On ne peut guère parcourir des pays très-montueux, sans que l'esprit se porte sur la manière plus ou moins avantageuse dont les routes que l'on suit sont adaptées aux formes du terrain. C'est aussi dans de semblables voyages, que j'ai trouvé les principes qui font l'objet de ces recherches, et rédigé le premier Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la classe. Les applications s'offraient d'elles-mêmes dans les diverses opérations dont j'étais le témoin et l'observateur; j'ai donc pu rapprocher sans cesse les conceptions de la théorie et les faits de la pratique. C'est cette réunion qui seule peut donner quelque prix à mon travail.

Ce Mémoire, et les deux qui le suivront, sont au nombre de ceux qui doivent composer la seconde partie de mes Développements de géométrie, comme applications aux travaux des services publics.

Nous montrons d'abord que le caractère spécial des questions qui tiennent à la théorie du tracé des routes, c'est d'être indépendantes de toute considération relative à l'accélération ou à la retardation instantanée de la vitesse des mobiles qui parcourent ces routes. Cela tient à l'organisation de l'homme et des animaux qui traînent ou qui portent ces mobiles, et qui ne peuvent à chaque instant altérer la vitesse de leur pas, suivant les variations insensibles de la pente des routes.

Toutes choses égales d'ailleurs, la route la plus avantageuse est, suivant les cas, celle qui demande le moins de temps, le moins de forces, ou la moindre dépense.

Lorsque c'est le temps qui doit être un minimum, et que les routes sont destinées à des hommes ou des animaux qui marchent d'un pas constant, il est évident que la route la plus courte, entre deux points donnés, est toujours la plus avantageuse. Observons bien cependant que l'homme et les animaux ne peuvent marcher d'un pas constant, en portant ou traînant un

fardeau déterminé, que quand la pente de la route ne dépasse pas une certaine limite.

Si l'on veut que la quantité totale de forces, au lieu du temps, soit un minimum, le problème devient plus compliqué. Il faut connaître pour chaque espèce de transport, la quantité de forces nécessaire pour parcourir une unité d'espace, avec un poids donné, depuis la descente la plus rapide, jusqu'à la montée la plus rude. On peut se demander ensuite quelle est, entre deux points fixés sur un terrain quelconque, la route qui demande le moins de force totale, d'après cette évaluation primitive.

Nous démontrons que, sur un plan, la route qui demande la moindre quantité de forces est toujours la ligne droite; et que, sur une surface dont toutes les pentes sont peu considérables, la ligne la plus courte est toujours celle qui demande le moins de force totale pour aller d'un point à un autre.

Enfin, dans la troisième hypothèse qui est proprement le cas essentiel à la pratique, si l'on veut que le prix du transport soit un minimum, il faut voir comment ce prix est alloué.

Dans tous les travaux de l'architecture, civile ou militaire, dans les transports opérés sur terre par le commerce ou par la poste, etc., le prix du transport est proportionnel à la distance parcourue. Dans beaucoup de cas le prix est augmenté

d'une somme proportionnelle à la hauteur des montées. Si donc on parvient, par des considérations quelconques, à déterminer la position des points culminants et des points les plus bas des routes, il est évident qu'alors la hauteur de chaque montée est déterminée par ces points extrêmes, et par conséquent aussi que le prix supplémentaire alloué pour cette montée est fixé. Il en serait de même des retenues qu'on pourrait opérer sur les descentes. Il ne reste donc plus de variable que le prix proportionnel à la longueur de la route, et ce prix est un minimum quand la route est la plus courte possible. Tel est le point de vue sous lequel nous allons envisager la théorie du tracé des routes.

Le cas le plus simple que puisse offrir cette théorie, est la recherche de la direction de la route la plus avantageuse pour aller d'un point à un autre, sur un terrain donné.

Ce premier cas renferme, comme on voit, le tracé des routes destinées à la circulation des hommes, des animaux, et des voitures conduites par eux; dès qu'une fois on a fixé le point de départ et le point d'arrivée.

On peut supposer, ensuite, qu'un nombre quelconque d'objets isolés doivent être portés de la manière la plus avantageuse, en certains points pareillement isolés, sans qu'on ait attribué tel point d'arrivée plutôt que tel autre à chacun des

points de départ. On voit qu'ici non-seulement se présente la difficulté de tracer chaque route entre des points extrêmes, mais qu'il faut avant tout déterminer le point d'arrivée qui doit correspondre à chaque point de départ. La question des routes ainsi posée forme l'objet de ce premier travail.

Dans un second Mémoire, nous supposons que les points d'arrivée, d'un côté, les points de départ, de l'autre, forment une suite continue, linéaire, superficielle ou solide : ce qui comprend tous les cas de la théorie des déblais et remblais.

Dans un troisième Mémoire, nous appliquons les résultats des deux précédents à la recherche des routes que suivent des faisceaux de rayons lumineux ou sonores, réfléchis par des miroirs ou des échos quelconques. Nous parvenons de la sorte à quelques vérités nouvelles sur la catoptrique et l'acoustique ; en même temps, cette application nous fait connaître d'autres propriétés des routes les plus avantageuses, dans les transports effectués par l'homme ou les animaux, sur nos routes ordinaires.

Revenons au tracé d'une route, entre deux points donnés. Si nous n'avions égard qu'à l'étendue des espaces à parcourir, il est bien évident que la route la plus avantageuse serait toujours la ligne droite qui joint les deux points limites de

cet espace. Mais nous ne pouvons pas suivre une voie arbitraire et purement idéale, pour franchir avec les fardeaux que nous déplaçons, l'intervalle qui sépare le lieu du départ du lieu de l'arrivée. Il faut marcher sur le sol, en suivre les inflexions, les détours, les irrégularités de toute espèce. Ce serait donc s'occuper d'une question curieuse en elle-même, mais presque sans application, que d'envisager les routes comme étant toujours rectilignes. On peut, par cette hypothèse, être conduit à des vérités géométriques d'un très-grand intérêt pour la science, mais sans utilité pour la pratique. Or, c'est vers ce dernier but que nous cherchons sans cesse à diriger nos efforts.

M. Monge qui seul encore a tenté de soumettre à la géométrie, la recherche des routes les plus avantageuses, a très bien fait sentir la vérité de ces observations. Il les présente en terminant le beau Mémoire dans lequel il exposa pour la première fois la théorie de la courbure des surfaces, afin de l'appliquer immédiatement aux cas abstraits qu'il se bornait à considérer dans les déblais et remblais des volumes.

« La solution de ce problème, qu'il eût été très-
» difficile de trouver, dit ce grand géomètre,
» par les méthodes ordinaires des maximum
» et minimum, est très-éloignée d'être applica-

» ble à la pratique; tant à cause des difficultés » que l'analyse peut présenter, que parce que » nous ne sommes pas dans l'hypothèse de la na- » ture : en effet, dans le transport des terres, » chaque molécule ne peut pas toujours suivre la » droite menée du point de départ au point d'arri- » vée; on ne peut que la traîner sur la surface du » terrain dont, à cause de la pesanteur, elle doit » suivre toutes les sinuosités, surtout dans le sens » vertical. Ces considérations, dit toujours l'au- » teur que nous citons, nous auraient empêché » de traiter ce dernier cas (celui du transport » d'une masse divisible en éléments infiniment » petits), s'il ne nous eût pas fourni l'occasion » de publier quelques propriétés nouvelles et re- » marquables des surfaces courbes considérées » en général. »

Je me propose spécialement d'étendre mes solutions aux cas dans lesquels les routes ne sauraient être dirigées suivant la ligne droite menée du point de départ au point d'arrivée. C'est le seul moyen par lequel je puisse ajouter quelque chose aux travaux d'un grand maître.

J'appelle *route directe* la ligne la plus courte que l'on puisse mener, d'un point à un autre, sur un terrain quelconque. Dans quelques cas, la route directe sera droite; dans un plus grand nombre de cas, elle sera en partie droite, en par-

Ce Mémoire, et les deux qui le suivront, sont au nombre de ceux qui doivent composer la seconde partie de mes Développements de géométrie, comme applications aux travaux des services publics.

Nous montrons d'abord que le caractère spécial des questions qui tiennent à la théorie du tracé des routes, c'est d'être indépendantes de toute considération relative à l'accélération ou à la retardation instantanée de la vitesse des mobiles qui parcourent ces routes. Cela tient à l'organisation de l'homme et des animaux qui traînent ou qui portent ces mobiles, et qui ne peuvent à chaque instant altérer la vitesse de leur pas, suivant les variations insensibles de la pente des routes.

Toutes choses égales d'ailleurs, la route la plus avantageuse est, suivant les cas, celle qui demande le moins de temps, le moins de forces, ou la moindre dépense.

Lorsque c'est le temps qui doit être un minimum, et que les routes sont destinées à des hommes ou des animaux qui marchent d'un pas constant, il est évident que la route la plus courte, entre deux points donnés, est toujours la plus avantageuse. Observons bien cependant que l'homme et les animaux ne peuvent marcher d'un pas constant, en portant ou traînant un

Et si l'on fait tourner la surface des centres de carène autour d'un axe quelconque mené par le centre de gravité du corps flottant; puis, qu'on détermine la surface de révolution enveloppe de l'espace parcouru par cette surface, en se dirigeant ensuite sur la courbe de contact de l'enveloppe et de l'enveloppée, on rencontrera successivement touts les centres de carène qui appartiennent aux positions d'équilibre, et ces centres appartiendront alternativement à des positions stable, instable; stable, instable; etc.

S'il y a des positions d'équilibre mixtes, il faudra regarder chacune d'elles comme la réunion de deux positions d'équilibre, l'une stable et l'autre instable; et l'on trouvera toujours, en marchant sur la courbe de contact dont nous venons de parler, que les centres de carène qui correspondent à des positions d'équilibre, appartiennent alternativement à des positions d'équilibre stable et instable.

Ce nouvel ouvrage de M. Dupin confirme les espérances que ce jeune savant a données par ses premiers travaux, et l'on ne peut qu'applaudir à ses efforts constants pour en diriger les résultats vers la pratique du grand art auquel il s'est voué. Nous pensons que le Mémoire de M. Dupin mérite l'approbation de la classe, et nous lui pro-

posons de le faire comprendre dans la collection des savants étrangers.

Signé Sané, Poinsot, et Carnot *rapporteur.*

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques certifie que ce rapport est extrait du procès verbal de la séance du mardi 30 août 1814.

Signé DELAMBRE,

Chevalier de la légion-d'honneur.

APPLICATIONS

DE GÉOMÉTRIE

AU TRACÉ DES ROUTES ISOLÉES.

ANALYSE

Lue à la première Classe de l'Institut, le lundi 25 septembre 1815.

On ne peut guère parcourir des pays très-montueux, sans que l'esprit se porte sur la manière plus ou moins avantageuse dont les routes que l'on suit sont adaptées aux formes du terrain. C'est aussi dans de semblables voyages, que j'ai trouvé les principes qui font l'objet de ces recherches, et rédigé le premier Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la classe. Les applications s'offraient d'elles-mêmes dans les diverses opérations dont j'étais le témoin et l'observateur; j'ai donc pu rapprocher sans cesse les conceptions de la théorie et les faits de la pratique. C'est cette réunion qui seule peut donner quelque prix à mon travail.

Ce Mémoire, et les deux qui le suivront, sont au nombre de ceux qui doivent composer la seconde partie de mes Développements de géométrie, comme applications aux travaux des services publics.

Nous montrons d'abord que le caractère spécial des questions qui tiennent à la théorie du tracé des routes, c'est d'être indépendantes de toute considération relative à l'accélération ou à la retardation instantanée de la vitesse des mobiles qui parcourent ces routes. Cela tient à l'organisation de l'homme et des animaux qui traînent ou qui portent ces mobiles, et qui ne peuvent à chaque instant altérer la vitesse de leur pas, suivant les variations insensibles de la pente des routes.

Toutes choses égales d'ailleurs, la route la plus avantageuse est, suivant les cas, celle qui demande le moins de temps, le moins de forces, ou la moindre dépense.

Lorsque c'est le temps qui doit être un minimum, et que les routes sont destinées à des hommes ou des animaux qui marchent d'un pas constant, il est évident que la route la plus courte, entre deux points donnés, est toujours la plus avantageuse. Observons bien cependant que l'homme et les animaux ne peuvent marcher d'un pas constant, en portant ou traînant un

Et si l'on fait tourner la surface des centres de carène autour d'un axe quelconque mené par le centre de gravité du corps flottant; puis, qu'on détermine la surface de révolution enveloppe de l'espace parcouru par cette surface, en se dirigeant ensuite sur la courbe de contact de l'enveloppe et de l'enveloppée, on rencontrera successivement touts les centres de carène qui appartiennent aux positions d'équilibre, et ces centres appartiendront alternativement à des positions stable, instable; stable, instable; etc.

S'il y a des positions d'équilibre mixtes, il faudra regarder chacune d'elles comme la réunion de deux positions d'équilibre, l'une stable et l'autre instable; et l'on trouvera toujours, en marchant sur la courbe de contact dont nous venons de parler, que les centres de carène qui correspondent à des positions d'équilibre, appartiennent alternativement à des positions d'équilibre stable et instable.

Ce nouvel ouvrage de M. Dupin confirme les espérances que ce jeune savant a données par ses premiers travaux, et l'on ne peut qu'applaudir à ses efforts constants pour en diriger les résultats vers la pratique du grand art auquel il s'est voué. Nous pensons que le Mémoire de M. Dupin mérite l'approbation de la classe, et nous lui pro-

posons de le faire comprendre dans la collection des savants étrangers.

Signé Sané, Poinsot, et Carnot *rapporteur.*

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques certifie que ce rapport est extrait du procès verbal de la séance du mardi 30 août 1814.

Signé DELAMBRE,

Chevalier de la légion-d'honneur.

APPLICATIONS

DE GÉOMÉTRIE

AU TRACÉ DES ROUTES ISOLÉES.

ANALYSE

Lue à la première Classe de l'Institut, le lundi 25 septembre 1815.

On ne peut guère parcourir des pays très-montueux, sans que l'esprit se porte sur la manière plus ou moins avantageuse dont les routes que l'on suit sont adaptées aux formes du terrain. C'est aussi dans de semblables voyages, que j'ai trouvé les principes qui font l'objet de ces recherches, et rédigé le premier Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la classe. Les applications s'offraient d'elles-mêmes dans les diverses opérations dont j'étais le témoin et l'observateur; j'ai donc pu rapprocher sans cesse les conceptions de la théorie et les faits de la pratique. C'est cette réunion qui seule peut donner quelque prix à mon travail.

Ce Mémoire, et les deux qui le suivront, sont au nombre de ceux qui doivent composer la seconde partie de mes Développements de géométrie, comme applications aux travaux des services publics.

Nous montrons d'abord que le caractère spécial des questions qui tiennent à la théorie du tracé des routes, c'est d'être indépendantes de toute considération relative à l'accélération ou à la retardation instantanée de la vitesse des mobiles qui parcourent ces routes. Cela tient à l'organisation de l'homme et des animaux qui traînent ou qui portent ces mobiles, et qui ne peuvent à chaque instant altérer la vitesse de leur pas, suivant les variations insensibles de la pente des routes.

Toutes choses égales d'ailleurs, la route la plus avantageuse est, suivant les cas, celle qui demande le moins de temps, le moins de forces, ou la moindre dépense.

Lorsque c'est le temps qui doit être un minimum, et que les routes sont destinées à des hommes ou des animaux qui marchent d'un pas constant, il est évident que la route la plus courte, entre deux points donnés, est toujours la plus avantageuse. Observons bien cependant que l'homme et les animaux ne peuvent marcher d'un pas constant, en portant ou traînant un

fardeau déterminé, que quand la pente de la route ne dépasse pas une certaine limite.

Si l'on veut que la quantité totale de forces, au lieu du temps, soit un minimum, le problème devient plus compliqué. Il faut connaître pour chaque espèce de transport, la quantité de forces nécessaire pour parcourir une unité d'espace, avec un poids donné, depuis la descente la plus rapide, jusqu'à la montée la plus rude. On peut se demander ensuite quelle est, entre deux points fixés sur un terrain quelconque, la route qui demande le moins de force totale, d'après cette évaluation primitive.

Nous démontrons que, sur un plan, la route qui demande la moindre quantité de forces est toujours la ligne droite; et que, sur une surface dont toutes les pentes sont peu considérables, la ligne la plus courte est toujours celle qui demande le moins de force totale pour aller d'un point à un autre.

Enfin, dans la troisième hypothèse qui est proprement le cas essentiel à la pratique, si l'on veut que le prix du transport soit un minimum, il faut voir comment ce prix est alloué.

Dans tous les travaux de l'architecture, civile ou militaire, dans les transports opérés sur terre par le commerce ou par la poste, etc., le prix du transport est proportionnel à la distance parcourue. Dans beaucoup de cas le prix est augmenté

d'une somme proportionnelle à la hauteur des montées. Si donc on parvient, par des considérations quelconques, à déterminer la position des points culminants et des points les plus bas des routes, il est évident qu'alors la hauteur de chaque montée est déterminée par ces points extrêmes, et par conséquent aussi que le prix supplémentaire alloué pour cette montée est fixé. Il en serait de même des retenues qu'on pourrait opérer sur les descentes. Il ne reste donc plus de variable que le prix proportionnel à la longueur de la route, et ce prix est un minimum quand la route est la plus courte possible. Tel est le point de vue sous lequel nous allons envisager la théorie du tracé des routes.

Le cas le plus simple que puisse offrir cette théorie, est la recherche de la direction de la route la plus avantageuse pour aller d'un point à un autre, sur un terrain donné.

Ce premier cas renferme, comme on voit, le tracé des routes destinées à la circulation des hommes, des animaux, et des voitures conduites par eux; dès qu'une fois on a fixé le point de départ et le point d'arrivée.

On peut supposer, ensuite, qu'un nombre quelconque d'objets isolés doivent être portés de la manière la plus avantageuse, en certains points pareillement isolés, sans qu'on ait attribué tel point d'arrivée plutôt que tel autre à chacun des

points de départ. On voit qu'ici non-seulement se présente la difficulté de tracer chaque route entre des points extrêmes, mais qu'il faut avant tout déterminer le point d'arrivée qui doit correspondre à chaque point de départ. La question des routes ainsi posée forme l'objet de ce premier travail.

Dans un second Mémoire, nous supposons que les points d'arrivée, d'un côté, les points de départ, de l'autre, forment une suite continue, linéaire, superficielle ou solide : ce qui comprend tous les cas de la théorie des déblais et remblais.

Dans un troisième Mémoire, nous appliquons les résultats des deux précédents à la recherche des routes que suivent des faisceaux de rayons lumineux ou sonores, réfléchis par des miroirs ou des échos quelconques. Nous parvenons de la sorte à quelques vérités nouvelles sur la catoptrique et l'acoustique ; en même temps, cette application nous fait connaître d'autres propriétés des routes les plus avantageuses, dans les transports effectués par l'homme ou les animaux, sur nos routes ordinaires.

Revenons au tracé d'une route, entre deux points donnés. Si nous n'avions égard qu'à l'étendue des espaces à parcourir, il est bien évident que la route la plus avantageuse serait toujours la ligne droite qui joint les deux points limites de

cet espace. Mais nous ne pouvons pas suivre une voie arbitraire et purement idéale, pour franchir avec les fardeaux que nous déplaçons, l'intervalle qui sépare le lieu du départ du lieu de l'arrivée. Il faut marcher sur le sol, en suivre les inflexions, les détours, les irrégularités de toute espèce. Ce serait donc s'occuper d'une question curieuse en elle-même, mais presque sans application, que d'envisager les routes comme étant toujours rectilignes. On peut, par cette hypothèse, être conduit à des vérités géométriques d'un très-grand intérêt pour la science, mais sans utilité pour la pratique. Or, c'est vers ce dernier but que nous cherchons sans cesse à diriger nos efforts.

M. Monge qui seul encore a tenté de soumettre à la géométrie, la recherche des routes les plus avantageuses, a très bien fait sentir la vérité de ces observations. Il les présente en terminant le beau Mémoire dans lequel il exposa pour la première fois la théorie de la courbure des surfaces, afin de l'appliquer immédiatement aux cas abstraits qu'il se bornait à considérer dans les déblais et remblais des volumes.

« La solution de ce problème, qu'il eût été très-
» difficile de trouver, dit ce grand géomètre,
» par les méthodes ordinaires des maximum
» et minimum, est très-éloignée d'être applica-

» ble à la pratique; tant à cause des difficultés » que l'analyse peut présenter, que parce que » nous ne sommes pas dans l'hypothèse de la na- » ture : en effet, dans le transport des terres, » chaque molécule ne peut pas toujours suivre la » droite menée du point de départ au point d'arri- » vée; on ne peut que la traîner sur la surface du » terrain dont, à cause de la pesanteur, elle doit » suivre toutes les sinuosités, surtout dans le sens » vertical. Ces considérations, dit toujours l'au- » teur que nous citons, nous auraient empêché » de traiter ce dernier cas (celui du transport » d'une masse divisible en éléments infiniment » petits), s'il ne nous eût pas fourni l'occasion » de publier quelques propriétés nouvelles et re- » marquables des surfaces courbes considérées » en général. »

Je me propose spécialement d'étendre mes solutions aux cas dans lesquels les routes ne sauraient être dirigées suivant la ligne droite menée du point de départ au point d'arrivée. C'est le seul moyen par lequel je puisse ajouter quelque chose aux travaux d'un grand maître.

J'appelle *route directe* la ligne la plus courte que l'on puisse mener, d'un point à un autre, sur un terrain quelconque. Dans quelques cas, la route directe sera droite; dans un plus grand nombre de cas, elle sera en partie droite, en par-

tie courbe, et plus souvent encore elle sera tout-à-fait courbe.

Tant que les pentes du terrain seront peu considérables, la route directe sera toujours celle qui exigera la moindre dépense pour conduire un fardeau d'un point à un autre point, pris touts deux sur cette ligne.

Mais il faut, pour cela, que la pente du terrain n'acquière pas une rapidité telle que les transports ne puissent plus s'y faire sans employer des hommes ou des animaux de renfort, pour traîner ou porter une charge donnée. Il vaudrait mieux alors suivre un chemin plus long que la route directe, mais qui n'offrît pas une pente aussi rude.

Entre les pentes très-douces, où la route directe est la plus avantageuse, et les pentes très-fortes, où elle ne l'est pas, il doit exister une pente moyenne au-dessus de laquelle les routes directes cessent d'être les plus avantageuses et doivent par conséquent être abandonnées. *Cette pente est la même quelle que soit l'inclinaison et la courbure du terrain.*

Et d'abord, puisqu'il existe une certaine pente au-dessous de laquelle il vaut mieux allonger les routes pour diminuer la grandeur de leur inclinaison, concluons-en que les routes ne doivent en aucun de leurs points, présenter une pente plus forte que cette limite.

Nous nommerons toujours route *oblique* la partie qui présente une *pente limite constante.*

Une route peut donc être entièrement directe ; elle peut être, en partie directe, en partie oblique, ou mixte ; enfin elle peut être totalement oblique.

Entre deux points donnés, on ne peut mener qu'une seule route directe ; mais si l'on peut entre ces points, tracer une route qui soit en tout ou en partie oblique, on peut tracer une infinité d'autres routes semblables et non moins avantageuses, entre les mêmes points de départ et d'arrivée.

Toutes ces routes seront de véritables hélices tracées à la fois sur le terrain et sur des cylindres verticaux, dont les bases, limitées par les projections horizontales des points extrêmes, seront d'un même développement.

Sur une surface quelconque, les lignes d'égale pente présentent deux systèmes essentiellement distincts ; de sorte que deux de ces lignes se croisent en chaque point, et sont placées symétriquement par rapport à la ligne de plus grande pente. On peut donc, à chaque instant, passer de la route d'un système à la route de l'autre système, sans cesser de marcher suivant la direction la plus avantageuse.

Il suit de là [illegible] dans le tracé des routes obliques, on peut faire autant de retours ou zigzags

que l'on veut, sans allonger pour cela la route.

Les chemins qui conduisent sur des montagnes rapides offrent presque touts de semblables zigzags, appelés *lacets*. Ils sont d'autant plus multipliés, que l'espace où l'on peut développer la route est plus resserré. Ils ont peu d'inconvénient pour les piétons, ils en ont plus pour les bêtes de somme, ils en ont beaucoup plus pour les hommes et les animaux qui traînent des voitures, parce qu'à la force tangentielle qui fait avancer dans le sens de la route, il faut ajouter une force de rotation, en pure perte pour le mouvement progressif.

Afin d'effectuer le changement de direction qu'exigent les zigzags de la route, il faut qu'à chaque point de déviation, les voitures et les animaux ou les hommes décrivent, en projection horizontale, un arc de cercle dont le rayon soit d'autant plus grand que la voiture et son attelage offrent plus de longueur.

Nous donnons, ici, comparativement les caractères géométriques des routes obliques et des routes directes.

On doit voir combien il importe de déterminer avec précision la limite commune des routes obliques et directes, c'est-à-dire, la limite des pentes.

Cette détermination ne peut être faite que par

le secours de l'expérience. Elle ne doit pas être la même pour des routes dont la destination n'est pas la même. Elle est la plus grande possible pour les chemins destinés seulement aux gens de pied; elle doit être un peu plus douce pour les bêtes de somme, et plus douce encore pour les voitures.

Touts les pays de montagnes offrent des exemples de cette différence remarquable. Très-souvent les piétons, les cavaliers, les voituriers ont leurs chemins séparés; le plus court pour les premiers, le moyen pour les seconds, le plus long pour les derniers.

Lorsqu'on a voulu percer des routes voiturables, à travers les pays de montagnes, on s'est guidé sur les sentiers tracés par les chasseurs ou les paysans. On a donc suivi presque toujours des pentes beaucoup trop fortes pour les voitures.

Un des perfectionnements les plus importants que nous ayons apportés aux routes du Mont-Cénis, du Simplon, de Tarare, célèbres par les difficultés et les dangers que présentait leur pente trop rapide, a été de ramener cette pente aux limites qui conviennent le mieux aux transports par voiture.

Il faut observer que la limite des pentes n'est presque jamais la même pour la montée que pour la descente. Il est des animaux qui peuvent plus

facilement descendre que monter; il en est d'autres qui peuvent plus facilement monter que descendre. Les voitures pesantes qui vont habituellement au très-petit pas, ralentissent peu leur vitesse dans les montés, et l'accélèrent peu dans les descentes. Mais celles qui vont très-vite en plaine, et qui pourtant sont très-chargées, comme les diligences, vont très-doucement en montant, et généralement vite en descendant. On conçoit que ces différences doivent en apporter dans la considération de la limite qu'il faut donner à la pente propre, soit aux montées, soit aux descentes.

Sur les routes destinées aux communications habituelles du commerce ou de la guerre, le nombre des voitures qui vont étant à très-peu près égal à celui des voitures qui viennent, il ne faut pas plus sacrifier les montées aux descentes que les descentes aux montées. Lorsqu'on connaît les deux limites, il faut prendre la moindre, pour terme des plus grandes pentes que l'on puisse donner à la route qu'on veut tracer.

Il n'en est pas ainsi dans les opérations où l'on doit tout transporter dans une direction et rien dans la direction opposée. Lorsqu'il s'agit, par exemple, de faire passer une chaîne de montagnes à une armée et à son matériel; on peut alors faire usage de deux limites différentes, l'une pour

les descentes et l'autre pour les montées. C'est aussi, comme nous le verrons, ce qu'il faudrait faire dans les travaux de déblais et de remblais.

Nous nous proposons de résoudre les problèmes les plus intéressants que puisse offrir le tracé d'une route en partie directe, en partie oblique, lorsqu'on connaît le point de départ et le point d'arrivée. Nous supposons la forme du terrain connue et définie par un nombre suffisant de courbes horizontales.

Nous admettons successivement que la route soit composée de deux parties directes et d'une oblique ou de deux obliques et d'une directe. Tantôt la route est composée d'une partie directe et d'une partie oblique seulement. Tantôt de deux parties directes et d'une partie oblique, intermédiaire. Tantôt, enfin, de deux parties obliques et d'une directe qui la sépare. Nous traitons ces trois cas différents.

Un problème plus compliqué que touts ceux dont nous venons d'annoncer la solution est celui où le point de départ et le point d'arrivée sont séparés par une éminence plus élevée que touts les deux, ou par une vallée plus basse que l'un et l'autre. Alors la route peut avoir jusqu'à trois parties directes séparées par deux obliques, ou trois parties obliques séparées par deux parties directes. C'est surtout pour le passage des gorges

de montagnes que ce problème offre une fréquente application. Dans ce cas, la question est considérablement simplifiée, parce qu'on fixe ordinairement pour point intermédiaire de la route, le point de la gorge où le terrain est horizontal, et qui se trouve au plus haut de la route, mais tout-à-fait dans le fond de la gorge par rapport à la direction perpendiculaire à cette route. Le point culminant de la route une fois donné, le problème est réduit aux cas précédents.

Nous offrons le moyen de déterminer le point culminant par cette condition, que le prix alloué pour la longueur de la route, plus celui qu'on ajoute pour la hauteur à laquelle il faut monter, moins la retenue qu'on pourrait exercer pour la quantité dont on descend, doit être un *minimum*.

On se tromperait si l'on croyait qu'on pût toujours se borner aux seules considérations géométriques sur la nature du terrain où l'on doit tracer des routes. Mille causes secondaires viennent déterminer le choix de telle direction générale, plutôt que de toute autre. Tantôt c'est le cours d'un torrent, d'une rivière, qu'il faut suivre ou qu'il faut éviter. Si le terrain où devrait passer la route n'offre que des rochers trop difficiles à travailler; si le sol au contraire est trop mobile; si des éboulements, des avalanches, peuvent cou-

vrir et ruiner la route, il faut choisir de nouvelles directions. Il faut encore avoir égard à d'autres causes physiques, telles que l'exposition solaire plus ou moins favorable, l'élévation générale plus ou moins grande, et la température habituelle qui en résulte. Souvent enfin des considérations administratives ou militaires viennent compliquer ces données par des conditions nouvelles. Il faut regarder toutes ces conditions comme des limitations particulières imposées au problème, s'en servir pour déterminer des points principaux, des directions générales, et tracer ensuite chaque partie de route d'après les règles géométriques que nous avons indiquées.

Passons maintenant à la considération des routes qu'il faut suivre dans le transport combiné de plusieurs objets.

Lorqu'une route est tracée d'après les principes que nous avons établis, quels que soient les points assignés sur elle pour le départ et l'arrivée, il faut toujours suivre cette route pour effectuer de l'un à l'autre, le plus avantageusement possible, un transport quelconque. En effet, la route jouit, dans chacune de ses parties, de la propriété qui caractérise son entier, d'être la plus avantageuse de toutes celles que l'on pourrait tracer sur le terrain entre les mêmes points de départ et d'arrivée.

Mais s'il y avait plusieurs objets placés en des points de départ séparés, pour être portés en d'autres points qui ne fussent pas sur une même route, le problème pourrait devenir plus compliqué. On pourrait, sans assigner à chaque point de départ tel point d'arrivée plutôt que tel autre, demander seulement que la somme des routes soit un minimum. C'est ce qu'il faudra faire, par exemple, lorsqu'il s'agira d'objets exactement pareils à transporter par les mêmes moyens, et suivant un ordre quelconque.

Alors, en supposant que m soit le nombre des objets à transporter, m étant aussi le nombre des points distincts de départ et d'arrivée, le nombre total des routes isolément les plus avantageuses est m^2; et le nombre des combinaisons possibles de ces routes pour transporter les m objets, est égal au produit des nombres naturels, depuis un jusqu'à m. C'est donc parmi toutes ces combinaisons qu'il faut chercher le meilleur système possible.

Lorsqu'on a seulement deux objets à transporter, le produit de un par deux étant deux, il n'y a que deux systèmes de routes à comparer.

Nous montrons, dans chaque cas, quel est le système le plus avantageux. Nous faisons voir que celui dans lequel deux routes directes se croisent n'est jamais le meilleur possible : d'où nous concluons

ce théorème général, que *dans tout système, le plus avantageux, d'un nombre quelconque de routes, jamais deux parties directes ne doivent se croiser entre leurs extrémités : leurs seuls prolongements peuvent se rencontrer.*

De même, aussi, *jamais une route oblique ne saurait croiser une route directe sous un angle fini : il faut qu'elles se raccordent tangentiellement.* Mais deux routes obliques peuvent se croiser sous un angle fini, dans le meilleur système de routes comme dans tout autre.

Nous démontrons enfin que, pour joindre deux points de départ à deux points d'arrivée, le système qui présentera deux routes obliques sera toujours plus avantageux que celui qui présenterait une route directe et l'autre oblique. Mais si les deux systèmes sont composés de routes obliques, l'un n'est pas plus avantageux que l'autre.

Passons enfin au cas général, où l'on compte m objets à transporter de m points, en m autres points isolés. En les combinant deux à deux, on peut déterminer les meilleurs systèmes partiels dont se compose le meilleur système général.

Il est un cas où l'on peut parvenir à la détermination de ce système d'une manière bien plus directe et bien plus facile.

Si l'on trace toutes les routes qui peuvent joindre chaque point de départ à touts les points d'arrivée, l'espace traversé par ces lignes sera terminé par un certain polygone formé de ces lignes entières ou d'une partie de ces lignes. Si donc, sur le périmètre de ce polygone, on rencontre successivement, 1°. touts les points de départ, 2°. touts les points d'arrivée, il y aura un système de routes plus avantageux que touts les autres, et déterminable immédiatement.

Si l'on part du premier des points de départ, lequel est contigu, sur le polygone, au dernier des points d'arrivée; puis, qu'on prenne ensemble le second point de départ et l'avant-dernier point d'arrivée, le troisième point de départ et l'antépénultième point d'arrivée, etc., les routes qui joindront ces points, ainsi combinés deux à deux, seront celles du système le plus avantageux.

Le cas que nous venons d'examiner est, très-heureusement, celui qui s'offre le plus souvent dans la pratique. Presque toujours les points de départ sont d'un côté, les points d'arrivée de l'autre; et l'on peut facilement résoudre le problème général que présente la recherche du meilleur système d'un nombre quelconque de routes isolées.

Nous terminons ce Mémoire par des considérations assez étendues sur les routes suivies par les fantassins, la cavalerie, l'artillerie et les équipages, dans les opérations militaires et dans les marches.

APPLICATIONS

DE GÉOMÉTRIE

AU TRACÉ DES ROUTES DANS LES DÉBLAIS ET LES REMBLAIS.

ANALYSE,

Lue à la première Classe de l'Institut de France, vers la fin de 1815.

Comme notre premier Mémoire sur le tracé des routes avait pour but d'exposer les principes d'une théorie immédiatement applicable à la pratique, nous avons mis touts nos soins à présenter sous la forme la plus élémentaire nos considérations fondamentales et nos principaux moyens de solution. Nous avons rattaché ces généralités à des exemples nombreux, pour rendre nos idées plus sensibles encore, et leur donner quelque chose de l'intérêt qu'on éprouve lorsqu'on voit des vérités abstraites se rattacher naturellement à des faits, à des opérations dont la loi nous était cachée.

En supposant d'abord que la surface du terrain

fût plane ; puis, qu'elle offrît une courbure quelconque, nous avons déterminé, d'après le système actuel de nos transports par terre : premièrement la route la plus avantageuse pour aller d'un point à un autre ; secondement, le meilleur système de routes pour transporter en des points isolés plusieurs points matériels pareillement isolés avant leur départ. Il nous reste à traiter le cas le plus difficile, c'est celui où les objets à transporter forment une masse continue avant et après le transport. Tels sont les problèmes que présentent presque toutes les opérations de déblais et de remblais.

Les matériaux à enlever, considérés dans leur masse et leur figure, forment le déblai. Ces matériaux, considérés de même dans leur masse et leur figure après le transport, forment ce qu'on appelle le remblai. A quelles lois sont assujetties les routes les plus avantageuses pour opérer ce déplacement, en connaissant la masse et la figure du déblai et du remblai? Tel est le problème dont notre Mémoire a pour but d'offrir la solution générale.

M. Monge est le seul géomètre qui se soit occupé de cette question, dont les applications aux arts sont si fréquentes et d'un si grand intérêt. Mais il ne s'est proposé que de traiter le cas le plus simple et le plus rarement applicable :

c'est celui où toutes les routes peuvent être en même temps des lignes droites.

Ici, comme dans notre premier Mémoire, nous supposons que les routes sont des lignes quelconques, droites ou courbes, suivant la nature du terrain, et déterminées seulement par la condition que les transports effectués sur ces routes soient le moins coûteux possible.

Nous distinguons toujours dans les routes deux espèces bien différentes; 1°. *les routes directes*, qui sont les lignes les plus courtes qu'on puisse suivre pour aller d'un point à un autre, lorsqu'on ne rencontre pas des montées trop rudes ou des descentes trop rapides; 2°. *les routes obliques*, dont la pente ascendante ou descendante, mais toujours la même, est celle qu'il ne faut jamais dépasser dans les transports.

Pour avancer graduellement du simple au composé, nous admettons d'abord que toutes les routes sont directes; puis, en partie directes, en partie obliques; et finalement, tout-à-fait obliques. Dans le même esprit, nous traitons successivement du transport d'une ligne matérielle, ensuite d'une aire matérielle, et enfin d'un volume quelconque.

On peut offrir des exemples du premier genre de transports, en supposant qu'il faille déplacer une rangée continue de gabions ou de fascines, pour former ailleurs une semblable rangée, ou

qu'il faille excaver un fossé très-peu large et très-peu profond, pour en porter la terre dans un autre fossé du même genre.

Nous présentons la solution générale de ce premier cas, et nous arrivons à ce résultat remarquable : *Lorsqu'il faut déblayer une ligne matérielle, pour former ailleurs une nouvelle ligne matérielle, il y a des points du déblai desquels il ne part qu'une seule route ; il y en a d'autres desquels il part deux routes à la fois. Les routes uniques sont groupées ensemble, les doubles routes forment un autre groupe, et, dans ce dernier groupe, deux routes qui partent du même point, y forment le même angle avec la ligne matérielle qu'on déblaie.*

Nous passons ensuite au transport des aires matérielles définies par des courbes arbitraires sur des terrains quelconques.

On a l'exemple de ce genre de déblais et de remblais, lorsqu'il s'agit d'enlever le gazon d'une prairie, pour en revêtir des ouvrages de fortification ; lorsqu'on veut dépaver ou désabler une superficie quelconque, pour repaver, resabler une autre superficie, etc. Alors, en supposant au déblai la même épaisseur qu'au remblai, il faut évidemment faire abstraction de cette épaisseur, pour ne considérer que la superficie des matériaux à transporter.

Si les épaisseurs du déblai et du remblai ne sont plus supposées les mêmes, les superficies comprises, par des routes consécutives, dans le délai et dans le remblai, seront en raison inverse de ces épaisseurs. Mais cette seule condition nouvelle observée, les relations que nous établissons entre les routes pour le transport des aires, subsistent dans toute leur généralité.

Lorsqu'on doit déblayer une aire, comme lorsqu'on doit déblayer une ligne matérielle, on trouve qu'il est des points desquels il ne part qu'une seule route, et des points desquels il part à la fois deux routes différentes. Ces derniers points forment une courbe qui, dans l'intérieur du déblai, sépare deux groupes de routes essentiellement distincts; mais les deux groupes ne sont plus distincts dans le remblai, où toutes les routes se succèdent sans solution de continuité.

M. Monge, dans son Mémoire sur les déblais et les remblais, après avoir donné le moyen de déterminer la direction des routes et le prix du transport des aires planes, observe qu'il est un cas où la solution ne peut plus s'appliquer : c'est celui que nous venons d'indiquer, et que nous croyons avoir traité d'une manière complète.

« Dans ce cas, dit-il, la solution précédente est » illusoire. 1°. Elle ne donne pas le minimum » du prix du transport, parce que les routes de

» quelques molécules se coupent entre leurs ex-
» trémités. 2°. Elle ne donne pas le transport total,
» parce qu'alors certaines molécules doivent être
» transportées deux fois, tandis qu'il n'y a point
» de transport indiqué pour d'autres molécules.
» Dans ce cas, pour résoudre la question, il
» faut diviser le déblai en deux parties par une
» courbe, et le remblai en deux parties par une
» autre courbe; et chercher quelles doivent être
» ces deux courbes, pour que les deux parties du
» déblai étant transportées séparément, par la
» méthode précédente, sur les deux parties cor-
» respondantes du remblai, la somme des pro-
» duits des molécules par les espaces parcourus
» soit un minimum : question qui est de nature
» à être traitée par les maxima et les minima
» des formules indéfinies.

Nous observons que le célèbre géomètre auquel nous empruntons ce passage, semble croire à la nécessité de deux courbes séparatrices, l'une tracée dans l'aire plane du déblai, l'autre dans l'aire plane du remblai. Cependant, d'après ce que nous avons démontré, on doit conclure qu'en général une seule courbe doit suffire. Il y a plus, si les routes étaient séparées par deux courbes, une dans le déblai, l'autre dans le remblai, ces deux courbes ne se correspondraient pas; elles ne sépareraient pas des parties de même superficie;

et ces deux courbes séparatrices ne seraient pas décrites par le même mouvement continu.

Nous passons enfin au cas le plus difficile et le plus compliqué de la théorie des routes; et nous nous proposons de déblayer, par éléments infiniment petits une masse quelconque à trois dimensions.

Ici, la surface du terrain n'est plus la même avant et après le transport, puisque la masse qu'on porte par portions, fait elle-même partie du terrain. A chaque nouvelle charge qu'on ôte au déblai pour l'ajouter au remblai, la surface du terrain varie donc. Pour obtenir le meilleur système de routes, il faut que ce changement progressif du terrain s'opère de la manière la plus avantagense; or, c'est évidemment ce qui aura lieu, si l'on taille si bien le déblai, et si l'on remplit si bien le remblai, que les voitures aillent toujours en ligne droite tant qu'on n'est pas sorti du déblai, et dès qu'on est entré dans le remblai.

Les parties droites sont les tangentes des parties courbes qui occupent l'intervalle entre le déblai et le remblai. Les parties droites sont les normales d'une même surface. Les parties courbes sont autant de centres de courbure de cette surface; et toutes les propriétés générales que nous avons exposées sur les courbures des surfaces dans nos Développements de géométrie viennent

ce théorème général, que *dans tout système, le plus avantageux, d'un nombre quelconque de routes, jamais deux parties directes ne doivent se croiser entre leurs extrémités : leurs seuls prolongements peuvent se rencontrer.*

De même, aussi, *jamais une route oblique ne saurait croiser une route directe sous un angle fini : il faut qu'elles se raccordent tangentiellement.* Mais deux routes obliques peuvent se croiser sous un angle fini, dans le meilleur système de routes comme dans tout autre.

Nous démontrons enfin que, pour joindre deux points de départ à deux points d'arrivée, le système qui présentera deux routes obliques sera toujours plus avantageux que celui qui présenterait une route directe et l'autre oblique. Mais si les deux systèmes sont composés de routes obliques, l'un n'est pas plus avantageux que l'autre.

Passons enfin au cas général, où l'on compte m objets à transporter de m points, en m autres points isolés. En les combinant deux à deux, on peut déterminer les meilleurs systèmes partiels dont se compose le meilleur système général.

Il est un cas où l'on peut parvenir à la détermination de ce système d'une manière bien plus directe et bien plus facile.

Si l'on trace toutes les routes qui peuvent joindre chaque point de départ à touts les points d'arrivée, l'espace traversé par ces lignes sera terminé par un certain polygone formé de ces lignes entières ou d'une partie de ces lignes. Si donc, sur le périmètre de ce polygone, on rencontre successivement, 1°. touts les points de départ, 2°. touts les points d'arrivée, il y aura un système de routes plus avantageux que touts les autres, et déterminable immédiatement.

Si l'on part du premier des points de départ, lequel est contigu, sur le polygone, au dernier des points d'arrivée; puis, qu'on prenne ensemble le second point de départ et l'avant-dernier point d'arrivée, le troisième point de départ et l'antépénultième point d'arrivée, etc., les routes qui joindront ces points, ainsi combinés deux à deux, seront celles du système le plus avantageux.

Le cas que nous venons d'examiner est, très-heureusement, celui qui s'offre le plus souvent dans la pratique. Presque toujours les points de départ sont d'un côté, les points d'arrivée de l'autre; et l'on peut facilement résoudre le problème général que présente la recherche du meilleur système d'un nombre quelconque de routes isolées.

proquement cette théorie peut nous conduire à de nouvelles propriétés des routes dans les déblais et les remblais. Tel est le double objet de notre troisième Mémoire (1), dont nous remettons d'indiquer dans une autre séance les principaux résultats, pour ne pas abuser de l'indulgence de la Classe.

---

(1) Ce troisième Mémoire a été approuvé par l'Institut, comme les deux premiers. D'après un beau rapport de M. Cauchy, il a été jugé digne de faire partie de la collection des savants étrangers, publiée par l'académie des sciences.

FIN.

TABLE
DES MATIÈRES.

Pages

Dédicace.
Introduction. . . . . j
Relation succincte d'un premier voyage fait, en 1816, dans les ports d'Angleterre. 1
Relation succincte d'un second voyage fait, en 1817 et 1818, dans les ports d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande. 51
Note sur le phare de Bell-rock, qui se rapporte à la page 63 de la relation du second voyage, etc. . . . 95
Description des sculptures du Puget, qui se trouvent dans l'arsenal de Toulon. 97
— Grande galère amirale de Louis XIV. 98
— Seconde galère amirale. 107
Extrait du compte rendu sur les travaux de la Classe des beaux-arts de l'Institut de France, depuis le mois d'octobre 1813 jusqu'au mois d'octobre 1814, par M. Lebreton, secrétaire perpétuel de cette Classe. 113
— *Idem*, depuis le mois d'octobre 1814 jusqu'au mois d'octobre 1815. 115
Description du musée maritime établi dans l'arsenal de Toulon, d'après les ordres du préfet maritime contre-amiral L'Hermitte, par Charles Dupin, capitaine au corps du génie maritime, etc. 117
— De la bibliothèque. 120

Pages

— Musée. 121
— Atelier de modèles. 124
— Sculpture. 125
— École de dessin et de sculpture. 127
Vues générales sur l'ensemble des établissements qui se rattachent au musée. 129
Rapport fait par la section de sculpture à la Classe des beaux-arts de l'Institut de France. 144
Érection de la statue de Louis XIV, dans l'arsenal de Toulon. Projet composé d'après les ordres du contre-amiral L'Hermitte, préfet maritime, par Ch. Dupin, chargé de la direction des travaux de sculpture navale. 147
DU RÉTABLISSEMENT DE L'ACADÉM. DE MARINE. 153
Dédicace à mon ami A. Augoyat. 155
Du rétablissement de l'académie de marine. 157

BASES RÉGLEMENTAIRES DE L'ACADÉMIE.

— Composition de l'académie. 214
— Du choix des membres. 215
— Travaux de l'académie 216
Articles du règlement de l'ancienne académie de marine, qu'il conviendrait de conserver, et d'appliquer à chaque Classe en particulier. 219
Vues sur les écoles de marine. 226
Constructions du Breakwater, ou jetée de la rade de Plymouth. 233
Description du canal Calédonien, précédée de quelques considérations sur l'état de la haute Écosse. 254
Horrible inscription d'un monument écossais. 262

Pages

Rapport de la commission nommée par le contre-amiral L'Hermitte, préfet maritime de l'arrondissement de Toulon, sur le tableau de l'architecture navale militaire, aux 18e. et 19e. siècles. . . . 302

Tableau de l'architecture navale militaire, aux 18e. et 19e. siècles; mémoire analytique. 320

PREMIER VOLUME. — Description des vaisseaux. . 329

SECOND VOLUME. — Construction des vaisseaux. . 341

Vues générales. 357

Mémoire descriptif de plusieurs machines à l'usage de la marine, construites à Rochefort, d'après les projets de M. Hubert, officier du génie maritime. 363

§ Ier. Dynamomètre pour éprouver la force des cordages et des toiles à voile. . . . . *ibid.*

§ II. Machine pour compter le nombre de tours que fait un axe se mouvant dans des colliers fixes. . . 366

§ III. Machine pour forer les parcs à boulets. 367

§ IV. Machine à percer dans le bois des trous cylindriques. 369

§ V. Machine à creuser les trous pour inscruster les dez des rouets des poulies 371

§ VI. Machine à mortaiser les caisses des poulies. . . 372

§ VII. Moulin à draguer. 374

§ VIII. Machines diverses mues par le moulin à draguer. 377

§ IX. Observations et conclusions. 379

Expériences sur la flexibilité, la force et l'élasticité des bois, avec des applications aux constructions, en général, et spécialement à la construction des vaisseaux; faites dans l'arsenal de la marine française, à Corcyre, en 1811. 384

Pages
Rapport de M. Poisson sur plusieurs Mémoires de géométrie. 411
Rapport de M. Carnot sur la stabilité des corps flottants. 420
Applications de géométrie au tracé des routes isolées. 436
Applications de géométrie au tracé des routes dans les déblais et les remblais. 455

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATUM.

page 64, dernière ligne, naturelles; *lisez* naturels.